

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



TESIS

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE INDUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS DE
FABRICACIÓN DIGITAL PARA ALUMNOS
DE EDUCACIÓN BÁSICA**

POR

ROBERTO ISAAC RENTERÍA GARCÍA

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN E INNOVACIÓN DEL
DISEÑO**

JUNIO, 2019



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



TESIS

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE INDUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS DE
FABRICACIÓN DIGITAL PARA ALUMNOS
DE EDUCACIÓN BÁSICA**

POR

ROBERTO ISAAC RENTERÍA GARCÍA

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN E INNOVACIÓN DEL
DISEÑO**

DIRECTOR DE TESIS

DR. ALEJANDRA MARÍN GONZÁLEZ

RESUMEN

Título del estudio: Diseño de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de educación básica

¿Cuáles son las mejores estrategias para llevar las tecnologías de fabricación digital (TFD) a alumnos de educación básica en zonas marginadas del Área Metropolitana de Monterrey?

Las tecnologías de fabricación digital forman parte de una revolución que va más allá del mundo laboral, que incluye formas más abiertas y colaborativas en el diseño y prototipado; con mecanismos de producción flexible y con una fuerte orientación hacia la democratización de su uso y conocimiento. En el futuro laboral serán herramientas básicas.

El trabajo se desarrolló como estudio exploratorio desde el enfoque de los métodos mixtos. Se realizaron entrevistas a supervisores, inspectores, directores, docentes y alumnos de educación básica en escuelas públicas ubicadas en zonas marginadas.

Se ensayó una experiencia de inducción a las TFD con alumnos de una escuela primaria. Junto a la adaptación y aplicación de cuestionarios sobre habilidades digitales para alumnos y docentes.

Como producto del estudio, se identificó la necesidad y posibilidad de enlazar la inducción a las TFD con el Plan y Programa de Estudios de Educación Básica; de impulsar un acuerdo formal con las autoridades del sector educativo. De respetar los tiempos de planeación y organización de las escuelas y docentes. De considerar la cultura digital que poseen alumnos y maestros para el diseño de estrategias de inducción. Se propone un cuaderno (booklet) como propuesta mínima para la inducción a las TFD en la escuela primaria.

Palabras clave

Tecnologías de fabricación digital, Fab Lab, democratización de la tecnología, estrategias de inducción, escuelas de educación básica, polígono de pobreza.

ABSTRACT

Title of study: Design of induction strategies to the digital manufacture technologies for primary education students

What are the best strategies to introduce the digital manufacturing technologies to primary education students in marginalized areas of the Monterrey metropolitan area?

The digital manufacture technologies are part of a revolution that goes beyond the world of work, which includes more open and collaborative alternatives in the design and prototyping with mechanisms of a flexible production and with a strong orientation towards the democratization of its use and knowledge. In the laboral future it will become a basic instrument.

The work developed as an exploration study from the approach of mixed methods. It included interviews with supervisors, inspector, directors, teachers, and students of primary education from public schools located on marginalized areas.

An introduction trial to the digital manufacture technologies was done with students of primary education, alongside with the adaptation and application of a questionnaire about the digital abilities of students and teachers.

As a study product, it identified the necessity and possibility to bind the induction to the digital manufacture technologies with the Plan and Program of Studies. As well as the necessity to promote an agreement with the authorities of the education sector, to respect the planning and organization times of schools and teachers, and to consider the digital culture of the students and teachers to the design of the induction strategies. A booklet is offered as a minimum proposal to the induction of the digital manufacture technologies in primary schools.

Keywords

Digital manufacture technologies, Fab Lab, democratization of technology, induction strategies, schools of primary education, poverty areas

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. Planteamiento del problema	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Preguntas de investigación	9
1.4 Hipótesis	10
1.5 Objetivo general	10
1.6 Objetivos específicos	10
1.7 Justificación y enfoque	11
1.8 Limitaciones	13
1.9 Delimitaciones	13
1.10 Enfoque	14
CAPÍTULO 2. Marco Teórico	16
2.1 Espacios de creación	17
2.1.1 Fab Labs	18
2.1.2 De Bits a Átomos	20
2.1.3 Fab Foundation	22
2.1.4 Modelos de negocio de los Fab Labs	25
2.2 Cultura digital	28
2.2.1 Tecnología de fabricación digital	30
2.2.2 Máquinas de fabricación digital	31
2.2.2.1 Herramientas de sustracción de material	32
2.2.2.2 Herramientas de adición de material	33
2.3 Democratización de las tecnologías de fabricación digital	33
2.3.1 Cultura Maker	36
2.3.2 Otros espacios	39
2.3.2.1 Makerspaces	39
2.3.2.2 Hackerspaces	40
2.3.2.3 Living Lab	41
2.4 Innovación abierta	43
2.4.1 Innovación	43
2.4.2 Innovación abierta	45
2.4.3 Diseño abierto	47
2.4.4 Ejemplos de innovación abierta	49
2.4.4.1 Procter & Gamble	49
2.4.4.2 Wikipedia	49
2.4.4.3 Kickstarter	50
2.4.4.4 Lego	51
2.4.4.5 RepRap	51
2.4.4.6 México	52
2.4.5 Cocreación	53
2.4.6 Comunidades creativas	55
2.5 Tecnologías de fabricación digital en entornos educativos	57
2.5.1 Educación STEM y fabricación digital en el aula	58
2.5.2 Implementación en México.....	62

2.6	Polígonos de pobreza	63
2.6.1	Definición de polígonos	63
2.6.2	Definición de pobreza	66
2.6.3	Pobreza en Nuevo León	68
2.6.4	Índice de carencias y privación social	69
2.6.5	Jóvenes de Nuevo León	70
2.7	Plan y Programa de Estudios de Educación Básica 2011	71
2.7.1	Principios pedagógicos	74
2.8	Políticas de la SEP sobre cultura digital	77
2.8.1	Red Escolar	77
2.8.2	Enciclomedia	78
2.8.3	Habilidades digitales para todos	78
2.8.4	Mi Compu.Mx	79
2.8.5	Programa Piloto de Inclusión Digital (PPID)	79
2.8.6	Programa @prende	79
2.8.7	Aprende 2.0	80
CAPÍTULO 3.	Metodología	83
3.1	Métodos mixtos de investigación	84
3.1.1	Definición de métodos mixtos	85
3.1.2	Pragmatismo	86
3.1.3	Complementariedad	87
3.1.4	Triangulación	88
3.2	Estudios exploratorios	89
3.3	Muestreo por conveniencia	91
3.4	Población y muestra	92
3.5	Instrumentos	94
3.5.1	Entrevista	94
3.5.2	Cuestionario	97
3.5.3	Bitácora, diario de campo	100
CAPÍTULO 4.	Resultados	102
	Nota aclaratoria	102
4.1	Ajustes	103
4.2	Selección de polígono	106
4.3	Contexto de la experiencia de inducción	107
4.4	Relación inicial	111
4.5	Ø Permiso	113
4.6	Ø Organización y dinámica escolar	117
4.7	Ø Carga de trabajo docente	118
4.8	Ø Apertura y disposición del docente	119
4.9	Ø Cultura digital escolar	120
4.10	Ø Relación con el Plan y Programa de estudio	127
4.11	Desarrollo de la experiencia de inducción	125
4.12	Ø Medidas de seguridad	134
4.13	Ø Control de las máquinas	136
4.14	Ø Posibilidades en la fabricación de objetos	139
4.15	Ø Sentido de producción	140
4.16	Habilidades digitales de alumnos y docentes	144

Cuestionario Habilidades Digitales. Alumnos	146
4.16.1 Ø Medios de acceso a internet	146
4.16.2 Ø Acceso a internet	148
4.16.3 Ø Uso de recursos digitales	149
4.16.4 Ø Conocimiento nuevas tecnologías	152
4.16.5 Ø Usos escolares	153
4.16.6 Ø Redes sociales	154
Cuestionario Habilidades Digitales. Docentes	157
4.16.7 Ø Uso de equipos	158
4.16.8 Ø Uso de recursos digitales	162
4.16.9 Ø Comunicación	168
4.16.10 Ø Práctica docente digital	173
4.16.11 Ø Conocimiento nuevas tecnologías	177
 CAPÍTULO 5. Conclusiones y propuesta	 180
5.1 Conclusiones y recomendaciones	180
5.2 Propuesta: Estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuela primaria	181
5.3 Futuras líneas de investigación	186
5.4 Cuaderno. “Aprender Fabricando”	188
 REFERENCIAS.....	 203
APÉNDICE A.....	222
APÉNDICE B	225

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1	Comparación entre Fab Lab y otros espacios de Creación	42
Tabla 2	Tienes computadora en tu casa	147
Tabla 3	Tienes Tablet	147
Tabla 4	Tienes teléfono celular	148
Tabla 5	Tienes internet en casa	148
Tabla 6	Tu teléfono se conecta a internet	149
Tabla 7	Sabes usar internet	149
Tabla 8	Sabes dibujar en computador	150
Tabla 9	Sabes usar Word	150
Tabla 10	Sabes usar Excel	151
Tabla 11	Utilizar navegadores en internet	151
Tabla 12	Utilizar buscadores en internet	151
Tabla 13	Trabajo con imágenes software social	152
Tabla 14	Comunicar por correo electrónico	152
Tabla 15	Sabes que es cortadora láser	153
Tabla 16	Conoces impresoras 3D	153
Tabla 17	Usas internet con temas sobre la escuela	154
Tabla 18	Usas internet para buscar información para tareas	155
Tabla 19	Comunicar con redes sociales	155
Tabla 20	Usar internet para trabajar en grupo	155
Tabla 21	Usar internet para redes sociales	156
Tabla 22	Uso de la computadora	159
Tabla 23	Uso de la impresora	159
Tabla 24	Uso de scanner	160
Tabla 25	Uso de unidades de almacenamiento	160
Tabla 26	Realizar mantenimiento computadora	161
Tabla 27	Conectar reproductores y laptop a proyector	161
Tabla 28	Mayor experiencia en software	162
Tabla 29	Uso de programas antivirus	163
Tabla 30	Uso procesador de texto Word	163
Tabla 31	Crear y obtener imágenes	164
Tabla 32	Obtener y manipular video	164
Tabla 33	Uso de navegador	165
Tabla 34	Uso de buscador	165
Tabla 35	Uso de la nube para almacenar información	166
Tabla 36	Uso PowerPoint en el aula	166
Tabla 37	Uso de Movie Maker para clases	167
Tabla 38	Uso de Excel para registro de calificaciones	167
Tabla 39	Uso de base de datos de alumnos	168
Tabla 40	Diseño y uso de blogs o bitácoras	169
Tabla 41	Uso de redes ámbito profesional	170
Tabla 42	Participa en foros	170
Tabla 43	Uso de WhatsApp con texto y multimedia	171
Tabla 44	Uso de correo electrónico	171
Tabla 45	Participa en redes sociales	172
Tabla 46	Competencia para participar en blogs	172

Tabla 47	Simulaciones de laboratorio vía internet	174
Tabla 48	Alumnos realizan presentaciones con TICS	174
Tabla 49	Proyectos para buscar información en internet	175
Tabla 50	Uso de TICS con sentido didáctico	175
Tabla 51	TICS ayudan en trabajo docente	176
Tabla 52	Realiza búsquedas en internet para clases	176
Tabla 53	Conoce impresora 3D	177
Tabla 54	Conoce cortadora láser	177
Tabla 55	Sabe que es un Fab Lab	178

Figuras

Figura 1	Marco Teórico. Relación de los conceptos con el proyecto de investigación	17
Figura 2	Mapa de la cultura maker	38
Figura 3	Pirámide las jerarquías humanas	39
Figura 4	Ecosistema abierto	47
Figura 5	Histograma que muestra evolución y modificaciones de la palabra aborto en Wikipedia	50
Figura 6	Espectro de participación público	53
Figura 7	Resultados según el nivel de colaboración y los grados de libertad que tiene un usuario	55
Figura 8	Polígonos de pobreza del Área Metropolitana de Monterrey	65
Figura 9	Población con carencias por zona	70
Figura 10	Plan y Programa de Estudios 2011	72
Figura 11	Mapa curricular, Plan de Estudios 2011	73
Figura 12	Esquema del enfoque metodológico	84
Figura 13	Ajustes al proyecto de investigación	104
Figura 14	Polígono 51	107
Figura 15	Ubicación de la escuela “Petra Villarreal Martínez”	108
Figura 16	Vista área de la escuela “Petra Villarreal Martínez”	109
Figura 17	Origen de las categorías	113
Figura 18	Respuesta a contacto inicial	116
Figura 19	Experiencia en el Fab Lab. UANL	130
Figura 20	Iniciando manejo de software de diseño	137
Figura 21	Observando impresión en 3D	142
Figura 22	Categorías para organizar datos cuestionario Docentes	146

Lista de abreviaturas

CAD	Computer-Aided Design
CNC	Control Numérico Computarizado
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
HDT	Habilidades Digitales para Todos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PIAD	Programa de Inclusión y Alfabetización Digital
PPID	Programa Piloto de Inclusión Digital
SEP	Secretaría de Educación Pública
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TFD	Tecnologías de Fabricación Digital
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USD	Dólares estadounidenses

Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital (TDF) para alumnos de escuelas públicas de educación básica ubicadas en comunidades marginadas del Área Metropolitana de Monterrey; el trabajo de investigación se desarrolla desde el Laboratorio de Fabricación Digital de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León. (UANL)

De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (2014), la primera acepción para la palabra **inducción** es “acción y efecto de inducir” esto es de acuerdo con la misma fuente “1.tr. Mover a alguien a algo o darle motivo para ello. 2. tr. Provocar o causar algo.”

Inducción es precisamente la acción que describe el propósito del presente trabajo, el motivar y mover a alumnos y docentes de escuelas de educación básica hacia la nueva cultura digital que se construye desde la revolución 4.0.

A efectos del presente trabajo, inducción es llevar a escuelas públicas de educación básica, ubicadas en zonas marginadas, las tecnologías de fabricación digital (TDF). Inducción es demostrar la posibilidad de trabajar con estas nuevas tecnologías, a partir del diseño de un paquete de actividades formativas adecuado a las condiciones y necesidades de escuelas públicas de educación básica.

Inducción es un concepto utilizado en áreas de administración y gestión de personal, que se refiere al recibimiento de los nuevos trabajadores en una empresa, Bermúdez (2011). Este no es el sentido y significado que se utiliza en el presente trabajo.

Según Anderson (2012) nos estamos adentrando a una nueva revolución industrial, que consiste en un amplio movimiento del uso de las tecnologías digitales para fabricar y hacer cosas, como productos, empresas y servicios; se han creado espacios llamados *Hackerspaces*, *Makerspaces*, *Fab Labs*, *FabCafés*, laboratorios de innovación, ateneos de fabricación, etc.

En este contexto, una de las expresiones con mayor crecimiento es el fenómeno de los Fab Labs; después de 14 años se han constituido casi 900 en más de 90 países hoy en día. Fab Foundation (2018)

Los Fab Labs han proliferado gracias a la creciente accesibilidad de la tecnología de fabricación digital, llámese a esto impresoras 3D, routers CNC y máquinas distintas para substraer y añadir material; uno de los temas importantes a tratar es que estos deben de operar tomando en cuenta la sustentabilidad para no tener un impacto negativo en su área de operación.

Los Fab Labs acumulan diversas tecnologías y formas de trabajo, siendo un actor sustantivo en la revolución digital en proceso, ofrecen herramientas y metodologías de trabajo que ofrecen nuevas vías para la resolución de problemas en el mundo de la producción y cada vez más de la vida cotidiana.

El uso y desarrollo de las tecnologías de fabricación digital en el espacio de la UANL es una actividad cada vez más con mayor impulso y presencia, tanto en nuestra institución como en otras universidades y empresas de Nuevo León. La revolución 4.0 es un movimiento en ascenso cada vez mayor.

En cambio, promover el uso de las TFD en escuelas públicas ubicadas en zonas marginadas es algo que llevará tiempo y esfuerzo y seguramente será un camino cuesta arriba. El propósito más general del presente trabajo es avanzar en esa línea y construir una propuesta que ayude a democratizar las tecnologías que serán parte sustantiva de nuestras vidas y de nuestro entorno laboral.

CAPÍTULO 1

Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Los Fab Labs son un movimiento que empezó en el 2001 a raíz de una clase de Neil Gershenfeld (2007), físico del Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT, explorando la interacción entre los bits (información) y los átomos (materia), en una clase llamada *How to make almost anything*, donde estudiantes de diferentes perfiles, orgánicamente se interesaron en temas de creación e invención y aprendieron a usar las máquinas de los laboratorios para fabricar distintas cosas, él llegó a la conclusión que la motivación de hacer cosas en las personas era natural, por lo que se formuló una hipótesis: ¿Qué pasaría si dotamos a una comunidad en desarrollo de este tipo de tecnología para fabricar cosas?

El primer laboratorio de este tipo que se creó fuera del MIT, fue en un barrio de Boston llamado Tent City, donde con ayuda de la National Science Foundation consiguieron máquinas y equipo para dotar a un centro comunitario y crear el Fab Lab 001. Esto generó que un numeroso grupo de jóvenes de escasos recursos empezaran a juntarse para capacitarse en el uso de las herramientas y crear una serie de objetos hechos con basura y desperdicio con el uso de las herramientas en el Fab Lab para hacer un mercado de objetos que

les generó ingresos; el segundo caso documentado fue en la India en una comunidad agrícola donde solucionaron problemas de energía, por lo que se demuestra con estos dos casos que este tipo de laboratorios pueden generar impacto social positivo. García (2016)

El Fab Lab Soshanguve de Sudáfrica es un caso de éxito de impacto social, empezó brindando talleres de fabricación digital e ingeniería a jóvenes y adultos y como una tienda para hacer impresiones 3D. Cuando la comunidad se dio cuenta de lo que podía fabricar y prototipar, se generó una demanda diferente, emprendedores se acercaron a hacer prototipos para fundar pequeñas empresas o negocios, actualmente su modelo de financiamiento es a través del gobierno y los convenios con empresas locales interesadas en la responsabilidad social. Fab Foundation (2018)

El Fab Lab de la Universidad de Nairobi Ciencia y Tecnología es otro caso de éxito, este laboratorio se introdujo en un ecosistema de incubación de empresas dentro de un campus universitario, en este Fab Lab los usuarios eran inventores, empresarios locales y los mismos estudiantes de la Universidad. Actualmente tienen entre 10 proyectos en incubación, el financiamiento es gubernamental y ha tenido tanto éxito que actualmente está en planeación la creación de una red de Fab Labs por todo Kenia. Fab Foundation (2018)

Actualmente en México hay 17 laboratorios de este tipo, tres están en universidades privadas, UDEM, Anáhuac e IBERO Puebla. El Fab Lab UANL es el primero en una universidad pública por lo que se busca aprovechar esta condición para extender su impacto social.

En los sectores de la producción, servicios y educación, la irrupción de las tecnologías de fabricación digital tiene un ritmo acelerado, la UANL se ha preparado para ello. Estas tecnologías empiezan a ser parte del mundo laboral y de la vida cotidiana, ante todo este movimiento surge la pregunta ¿Cómo involucrar a alumnos de educación básica, de primaria y secundaria en esta nueva cultura?

El propósito más general del presente trabajo es avanzar en esa línea y construir una propuesta que ayude a democratizar las nuevas tecnologías que serán parte sustantiva de nuestra vida laboral.

1.2 Planteamiento del problema

En el contexto de la globalización, la permanente y creciente presencia de las tecnologías digitales en todos los ámbitos de nuestra vida es una realidad; la formación y capacitación en los múltiples usos de las nuevas tecnologías digitales se ha vuelto una necesidad, incluso ya se habla de analfabetismo y exclusión digital en relación con quienes no tienen el pleno acceso a esta nueva cultura. Alva (2015) señala que ante las desigualdades sociales existentes aparece una nueva desigualdad: “las inequidades que se relacionan con el conocimiento científico y tecnológico y la participación o no de los ciudadanos en las redes globales.” Explica Reygadas (2008) que se refiere a los “procesos de exclusión y precarización, que impiden el acceso a las redes de educación de calidad, de producción y apropiación de conocimientos valiosos, de empleos dignos y de ciudadanía económica.” (citado en Alva, 2015)

En razón de lo anterior, hay quienes señalan que la desigualdad del siglo 21 será la desigualdad en el acceso a la tecnología y cultura digital. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (2017) señala que:

Las tecnologías digitales están cambiando a un ritmo cada vez más creciente el modo en que las personas viven, trabajan, se instruyen y sociabilizan en todas partes del mundo. Dichas tecnologías ofrecen nuevas posibilidades a las personas para que mejoren en todos los aspectos de su vida, incluido en el acceso a la información; a la gestión de los conocimientos; a las redes, los servicios sociales, la producción industrial y las diversas modalidades de trabajo. No obstante, quienes carecen de acceso a las tecnologías digitales, a los conocimientos y a las habilidades y competencias necesarias para navegar por conducto de las redes pueden quedar marginados en el seno de sociedades cada vez más digitalizadas.

Desde la Universidad Autónoma de Nuevo León se tiene un acceso privilegiado a la cultura digital, se cuenta con espacios académicos y de investigación para el tema, sin embargo, no hay que esperar a que los estudiantes ingresen al sistema universitario para profundizar y ampliar su acceso y formación en las tecnologías de fabricación digital. Las impresoras 3D, router CNC, cortador a láser, el internet de las cosas, Big Data, las comunidades académicas globales, las diferentes formas de colaboración y creación comunitaria, no son exclusivas del ámbito universitario o laboral, ya forman parte de la vida cotidiana, entonces por qué no familiarizar y llevar a los alumnos de educación básica a

experimentar, a producir, a resolver problemas con la ayuda de las nuevas tecnologías digitales

Un amplio sector de quienes participan en el desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías, especialmente las tecnologías de fabricación digital impulsan el principio de la democratización en el acceso a las nuevas tecnologías, intentando eliminar lo que Alva (2015) denomina “la barrera de los usos” esto es, la capacidad de cada persona para explotar los recursos de las nuevas tecnologías y aplicarlos a sus necesidades.

Los anteriores conceptos, democratización y desigualdad, forman parte del contexto en que se desarrollan las tecnologías digitales en lo general, incluidas las tecnologías de fabricación digital. Desde la perspectiva del presente trabajo se considera que una de las muchas posibles medidas para disminuir la desigualdad y de alcanzar una mayor democratización en acceso y uso de las nuevas tecnologías, es introducir el uso de las tecnologías de fabricación digital en la educación básica.

En la actualidad no existe en México un modelo público de acceso a las tecnologías de fabricación digital para los estudiantes de las escuelas de educación básica, mucho menos para estudiantes de escuelas ubicadas en los polígonos de pobreza del Área Metropolitana de Monterrey.

Los esfuerzos de la Secretaría de Educación Pública (SEP) del gobierno federal en relación con las tecnologías digitales en las escuelas públicas de educación básica, se centran en conectividad e infraestructura, en la capacitación para el uso de procesadores de texto y hojas de cálculo, redes

escolares, en el uso de fuentes de información; sin tocar el tema de los diversos usos de las tecnologías de fabricación digital.

En este contexto, el presente trabajo de investigación se plantea: ¿Cómo diseñar una propuesta de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuelas públicas de educación básica ubicadas en zonas de alta marginación social y económica? ¿Qué condiciones y requisitos son necesarios llevar las tecnologías de fabricación digital del Fab Lab de la Facultad de Arquitectura de la UANL a escuelas de educación básica?

Estas cuestiones son el eje del presente trabajo.

1.3 Preguntas de investigación

En el contexto de escuelas de educación básica ubicadas en zonas marginadas, el llevar tecnologías de fabricación digital con un alto costo, se plantean las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la mejor estrategia para acercar a los alumnos de educación básica al uso y aplicación de las tecnologías de fabricación digital?
2. ¿Qué condiciones existen en la educación básica para apoyar el uso de las tecnologías de fabricación digital?
3. ¿Qué factores hay que considerar para el diseño de una guía para la difusión y promoción del uso de las tecnologías de fabricación digital en escuelas de educación básica?
4. ¿Cuál es el conocimiento y necesidades de capacitación de alumnos y maestros para participar en el uso de las tecnologías de fabricación digital?

Estas son las interrogantes que se pretende responder y que orientan la investigación en curso.

1.4 Hipótesis

Se propone la siguiente hipótesis para guiar y orientar el presente trabajo.

El desarrollo de una experiencia de inducción a las tecnologías de fabricación digital con estudiantes y profesores en escuelas públicas de educación básica permitirá recuperar información para el diseño de estrategias para la introducción de las TFD de acuerdo con las condiciones y necesidades de las escuelas públicas de educación básica.

1.5 Objetivo general

Generar un marco de referencia para diseñar y desarrollar estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuelas públicas de educación básica ubicadas en zonas marginadas del Área Metropolitana de Monterrey.

1. 6 Objetivos específicos

1. Identificar las mejores prácticas de acercamiento del Fab Lab a escuelas de educación básica ubicadas en zonas marginadas.
2. Identificar las dificultades y limitaciones para la incorporación de las tecnologías de fabricación digital a las actividades escolares en educación básica.

3. Desarrollar una experiencia de inducción a las tecnologías de fabricación digital con alumnos y docentes de escuelas públicas de educación básica para identificar necesidades y condiciones de operación para una propuesta formal.
4. Elaborar una propuesta formal para la difusión y promoción de las tecnologías de fabricación digital en escuelas públicas de educación básica.

1.7 Justificación y enfoque

La Ley Orgánica de la UANL (1971) en su Artículo 1 señala que “La Universidad Autónoma de Nuevo León es una institución de cultura superior, al servicio de la sociedad, descentralizada del Estado, con plena capacidad y personalidad jurídica”, el Artículo 2 indica:

“Tiene como fin crear, preservar y difundir la cultura en beneficio de la sociedad, para lo cual debe: Organizar, realizar y fomentar la investigación científica en sus formas básica y aplicada, teniendo en cuenta fundamentalmente las condiciones y los problemas regionales y nacionales”. UANL (1971) p.2

La inversión en maquinaria del Fab Lab UANL actualmente supera los 2 millones de pesos mexicanos, por lo que actualmente no es viable para una escuela ubicada en zona marginada adquirir este tipo de tecnología.

Congruente con lo marcado en la Ley Orgánica de la UANL, el compromiso institucional da el impulso para diseñar estrategias que involucren

a alumnos de educación básica de comunidades marginadas en las tecnologías de fabricación digital.

Basándonos en lo anterior, es de gran importancia impactar en alguno de los 54 polígonos de pobreza dentro del Área Metropolitana de Monterrey donde alrededor de 562,959 habitantes viven en condiciones de pobreza. Consejo de Desarrollo Social (2009).

A la Facultad de Arquitectura y la Universidad Autónoma de Nuevo León les abonará en indicadores para el cumplimiento de sus programas prioritarios dentro del Plan de Desarrollo Institucional y a los coordinadores del laboratorio les ayudará a formular una guía para ampliar el impacto que el laboratorio de fabricación digital pueda tener sobre su entorno inmediato.

De acuerdo a la Secretaría de Educación. Gobierno del estado de Nuevo León. (2018), en el ciclo escolar 2016-2017 se totalizó una inscripción de 1,051,464 alumnos en las escuelas de educación básica (preescolar, primaria y secundaria) En un total de 6,612 escuelas. Constituyen estos datos el universo total de posibles beneficiarios de los productos generado por el presente trabajo.

El proyecto se enfocará en diseñar estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital a la población escolar de educación básica.

El futuro de la economía, la economía del siglo 21 tendrá como núcleo la cultura digital en cualquiera de sus formas y expresiones, desde el Big Data hasta el Internet de las Cosas; y quienes queden fuera de esta nueva cultura padecerán nuevas formas de exclusión y rezago social.

En la educación básica en México, la nueva cultura digital, especialmente la relacionada con las tecnologías de fabricación digital, es un tema que no se encuentra presente en las líneas de formación establecidas en el Plan y Programa de Estudios vigente (SEP) 2011. En este contexto, se propone iniciar la introducción de las nuevas tecnologías de fabricación digital a la educación básica, identificar las condiciones existentes, áreas de oportunidad y limitaciones para diseñar estrategias de acceso para que las nuevas generaciones de estudiantes se inicien en el uso y aplicación de las tecnologías que dominaran el futuro laboral. Estas son las razones y condiciones que sustentan la presentación de este trabajo

1.8 Limitaciones

No se busca realizar un estudio generalizable a todas las escuelas de educación básica, se pretende identificar los elementos mínimos que debe contener una propuesta de trabajo para inducir a alumnos de educación básica al conocimiento y uso de las tecnologías de fabricación digital que actualmente se utilizan en el Fab Lab de la Facultad de Arquitectura de la UANL. Se pretende que la propuesta de trabajo pueda ser desarrollada en escuelas ubicadas en zonas de marginación social y económica del Área Metropolitana de Monterrey.

En el presente trabajo, el término de inducción no se aplica como según es el uso en áreas de administración y gestión de personal, que se refiere al recibimiento de los nuevos trabajadores en una empresa.

1.9 Delimitaciones

El estudio se desarrolla en escuelas públicas de educación básica (primaria y secundaria) ubicadas en el Polígono 51 al poniente de la ciudad de Monterrey, siendo la colonia San Bernabé uno de sus puntos de referencia. Se pretende trabajar con alumnos y docentes de dos escuelas primarias y dos escuelas secundarias, de los grados 5° y 6° en primaria y 3° en secundaria.

Se pretende trabajar en la construcción de una propuesta para que los alumnos de educación básica tengan acceso al conocimiento y uso de las tecnologías de fabricación digital.

Las actividades de la propuesta se diseñarán a partir de los equipos disponibles en el Fab Lab UANL que consisten en impresoras 3D, router CNC, cortadora y grabadora láser, router de corte de vinil.

1.10 Enfoque

En el trabajo de contacto inicial con escuelas primarias y secundarias para el desarrollo del proyecto, pronto se hizo evidente la necesidad de recurrir a distintos medios para el registro y acumulación de datos. El complejo mundo de la educación básica oficial demandó entrevistas con autoridades intermedias, supervisores e inspectores, directores de escuela, subdirectores, docentes, alumnos, padres de familia, además del registro de observaciones, diseño de cuestionarios, entrevistas grupales, y revisión de documentos.

Esta circunstancia obligó a una decisión metodológica con sentido práctico, desarrollar un estudio exploratorio desde el enfoque de los métodos mixtos. Exploratorio, debido a que no se identificaron en México experiencias

documentadas sobre la introducción de las tecnologías de fabricación digital a escuelas de educación básica ubicadas en áreas marginadas, por lo que se consideró desarrollar un acercamiento inicial para obtener una visión más profunda y precisa sobre el problema.

La perspectiva de los métodos mixtos se adoptó, en tanto permite distintas formas de aproximación al objeto de investigación y la posibilidad de integrar diversas fuentes para obtener una visión más amplia del problema a trabajar.

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

Democratizar el conocimiento para compartir los principios que orientan al Fab Lab; desarrollar una experiencia donde alumnos en situación de marginación puedan entrar en contacto con las tecnologías de fabricación digital, experimentar los usos y posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, que además permita identificar los elementos mínimos para el diseño de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital.

Para desarrollar un trabajo de investigación en este sentido, se presentan una serie de conceptos que integran el marco teórico de la tesis. Los conceptos e ideas que se presentan pretenden ayudar a comprender, construir y explicar el presente trabajo de investigación.

Es necesario, saber qué son los Fab Labs, entender su origen, evolución e impacto, describir los principios que sustentan el modelo de los Fab Lab; conocer los diversos movimientos y actores que participan en el desarrollo y aplicación de las TFD, revisar como se enlazan dichos movimientos con los modelos de innovación abierta, diseño de servicios y co-creación. Además, es necesario conocer el entorno social y cultural donde se pretender desarrollar el trabajo de campo para esta investigación.

La Figura 1 muestra la manera en se enlazan los conceptos desarrollados en el presente capítulo.

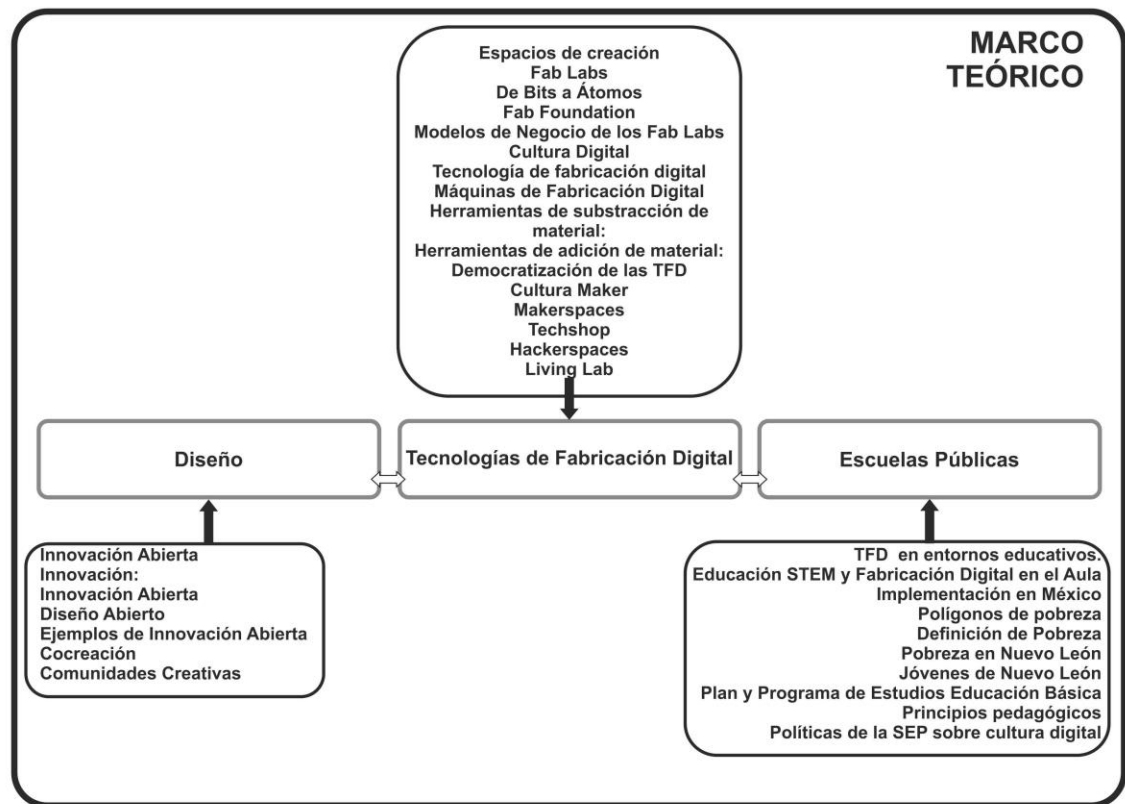


Figura 1. Relación de los conceptos con el proyecto de investigación.
 Fuente: Elaboración propia

2.1 Espacios de creación

Para entrar al contexto del proyecto de investigación hay que entender ¿Qué son los Fab Labs? ¿Qué son los espacios de creación, cómo surgieron y cuáles son sus consecuencias sociales, tecnológicos y económicas? ¿Cuáles son los principios que orientan a este movimiento que promueve a la tecnología de fabricación digital?

2.1.1 Fab Labs

El concepto Fab Lab combina las expresiones *Fabrication Laboratory* y *Fabulous Laboratory*; surgió en el Massachusetts Institute of Technology alrededor del año 2000 cuando el Dr. Neil Gershenfeld, director del Center for Bits and Atoms de esta institución, descubrió que en su clase *How to Make (Almost) Anything* (Como hacer (casi) cualquier cosa) existía una sobredemanda por cursarla y además observó que los estudiantes provenían de distintos orígenes desde artes visuales hasta ciencias computacionales y que les proporcionaba las herramientas, conocimientos y procesos básicos para hacer cualquier cosa. Fab Foundation (2018)

Los alumnos resultaban con una serie de invenciones diversas, desde una almohada para gritar en público hasta un vestido que te defiende cuando alguien se acerca demasiado a tu espacio personal, aparte encontró que todos compartían una pasión general por diseñar, experimentar y hacer cosas. Por lo que Gershenfeld (2007) llegó a la conclusión que esta revolución es personal, y planteó que el próximo paso era proveer acceso masivo a estas tecnologías. Para lo cual diseñó un programa de expansión con apoyo de la National Science Foundation (agencia gubernamental de los Estados Unidos de América, que impulsa la investigación y educación en todos los campos no médicos de la Ciencia y la Ingeniería) y crearon el Fab Lab 001 en el South End Technology Center SETC, en la ciudad de Boston; posteriormente abrieron en la India, en Costa Rica y en Ghana.

Uno de los propósitos más importantes de este programa piloto era que estaba diseñado para crear ambientes de innovación en los laboratorios, y en

su contexto inmediato, para que las comunidades locales puedan resolver retos y problemas por sí solos, además de crear su propia tecnología; construyendo una visión diferente de hacer las cosas y crear impacto al modelo de intervención usual donde la tecnología se desarrolla afuera del lugar a intervenir.

Según la propia Fab Foundation (fundación independiente del MIT que organiza a los Fab Labs alrededor del mundo) en su apartado de ¿Qué es un Fab Lab? lo define de la siguiente manera:

“El Fab Lab es una extensión educacional del Center for Bits and Atoms (CBA) del MIT, una extensión de su investigación de fabricación digital y computación. Un Fab Lab es una plataforma técnica de prototipado para innovar, inventar, proveer estímulo al emprendimiento local. También es una plataforma para el aprendizaje y la innovación: Un lugar para jugar, crear, aprender, asesorar e inventar”. Fab Foundation (2018)

Kohtala (2013) menciona que a diferencia de otros espacios de fabricación digital como los *hackerspaces* y los *makerspaces*, los Fab Labs se diferencian al comprometerse al proveer acceso abierto al público en general y a participar en red e interactuar con distintos laboratorios para el crecimiento de esta, más adelante se hablará sobre dos puntos importantes de la red la FabFoundation y el FabDiploma.

2.1.2 De Bits a Átomos

Esta idea es fundamental para comprender el crecimiento y desarrollo de los Fab Labs, de su empeño por democratizar el conocimiento además del

surgimiento de otros espacios y comunidades que surgen como parte de una revolución en el usos y acceso a nuevas tecnologías.

A finales de 2014, la empresa de ingeniería especializada en el diseño y fabricación de impresoras 3D que funcionan en micro gravedad, Made In Space en colaboración con la NASA¹, desarrolló la primera impresora 3D a ser usada en el espacio y realizó su primera impresión 3D en la Estación Espacial Internacional, esto permitirá en el futuro resolver dificultades técnicas en la exploración espacial y mandar archivos desde la tierra para que los astronautas puedan imprimirlas al momento, este es el mejor ejemplo de que podemos transitar de bits a los átomos y de regreso. Con los escáneres 3D, cada vez más accesibles en su precio, podemos convertir cualquier objeto físico (átomos) a un archivo 3D (bits) y luego imprimir y replicar en la impresora 3D más cercana.

Hoy en día existe software CAD (Diseño Asistido por Computadora) profesional de alta complejidad, pero como menciona Mota (2011) al igual que con la maquinaria que algún día fue muy compleja de usar, actualmente existe software gratuito y de muy fácil aprendizaje, por ejemplo Autodesk (2018), el gigante de software profesional para Arquitectura, Ingeniería y Diseño, creó una gama de software para principiantes llamada 123D², esto es, aplicaciones para diseñar, modelar y hacer circuitos, diseñadas para ser usadas por niños y

¹ NASA (National Aeronautics and Space Administration), es la agencia del gobierno estadounidense responsable del programa espacial civil, así como también de la investigación aeronáutica y aeroespacial.

² <http://www.123dapp.com>

adultos de todas las edades. Posteriormente evolucionó hacia la aplicación Tinkercad. Autodesk (2018)

Una de las empresas pioneras en el mercado de las impresoras 3D domésticas es la empresa Makerbot, esta empresa creó la base de datos *Thingiverse*³, que es la base de modelos 3D más grande y de libre acceso que existe hoy en día; al momento de escribir esta tesis existen en el repositorio más de un millón de piezas, estas se encuentran categorizadas y podemos encontrar en ella desde juguetes, artículos para el hogar hasta piezas funcionales para fabricar nuevas impresoras, estos archivos para impresión 3D también sirven para crear modelos usando cortadoras láser y Routers CNC.

Transitar de átomos a bits, cada día es más accesible gracias al surgimiento de escáneres en el mercado en el rango inferior de los \$1,000 USD, incluso con un dispositivo como el Kinect, accesorio de Xbox, es posible hackearlo y adaptarlo para escanear cualquier objeto sólido y convertirlo en superficies 3D (Bits), Landoni (2015).

La facilidad de convertir bits a átomos se vive todos los días en los Fab Labs, el diseñar una imagen en algún software de modelado 3D, mandarla a imprimir o cortar piezas de cartón y crear un modelo en 3D es algo cada vez más cotidiano, Gershenfeld (2012) dice que la revolución no está en las tecnologías de adición como las impresoras 3D o en las de sustracción como el router CNC, si no en la habilidad de poder convertir datos en cosas y cosas en datos.

³ <http://www.thingiverse.com>

Este es el sentido profundo de la expresión de *bits a átomos*, el usar y compartir información, el acceso y disponibilidad de los bits de información para todos y su utilización en cualquier lugar, por cualquier persona.

2.1.3 Fab Foundation

A raíz del crecimiento exponencial de los Fab Labs, desde la creación en el 2001 del concepto, al año 2016, momento en que se escribe esta tesis, hay más de 600 laboratorios en más de 200 países, se ha creado una fundación independiente del MIT ⁴ llamada Fab Foundation⁵ para organizar la red donde los miembros y usuarios de estos pueden intercambiar información, hacer capacitaciones a distancia, realizar proyectos simultáneos y en red entre otras funciones. Esta fundación es la encargada de dar soporte a la plataforma www.fablabs.io ⁶ donde se encuentra la información actualizada de los laboratorios reconocidos como miembros por la red, la fundación también organiza cada año el Fab Academy que otorga el Fab Diploma⁷ a los que llevan un curso de seis meses de Fabricación Digital basado en la clase original del Dr. Neil Gershenfeld, *How to Make Almost Anything*, que se sigue impartiendo en el MIT, durante seis meses llevan clases como propiedad intelectual, diseño asistido por computadora, corte controlado por computadora, electrónicos, vaciado de moldes, escaneo 3D, programación de interfaces, etc. En este curso los participantes del mundo comparten una gran aula virtual y las tareas son

⁴ *Massachusetts Institute of Technology*

⁵ <http://www.fabfoundation.org>

⁶ Base de datos de todos los laboratorios integrantes de esta red, gestionada y actualizada por la *Fab Foundation* <http://www.fablabs.io>

⁷ <http://fabacademy.org/about/diploma/>

revisadas por gurús de la misma red Fab Lab. Este curso se ha diseñado para reconocer a quienes están capacitados para trabajar en un Fab Lab o crear uno.

En el sitio WEB de la Fab Foundation se encuentra un apartado donde describen los cuatro criterios básicos para formar parte de la Red, los cuales que a continuación se transcriben Fab Foundation (2018)

1. Acceso público al Fab Lab. Este punto es esencial ya que uno de los objetivos de los Laboratorios es la democratización de las herramientas de fabricación digital para hacer e inventar.
2. Los Fab Labs deben suscribirse al Fab Charter⁸ señalado a continuación:

¿Qué es un Fab Lab?

Los Fab Labs son una red global de laboratorios locales que permiten la invención al proveer acceso a herramientas para la fabricación digital.

¿Qué hay en un Fab Lab?

Los Fab Labs comparten un creciente inventario de capacidades básicas para crear (casi) todo, permitiendo que se compartan proyectos.

¿Qué provee la red de Fab Lab?

Asistencia operacional, educacional, técnica, financiera y logística más allá de lo que normalmente hay disponible en un solo laboratorio.

⁸ <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

¿Quién puede usar el Fab Lab?

Los Fab Labs están disponibles como un medio comunitario que ofrecen acceso abierto para cualquier individuo, así como acceso planeado para los programas.

¿Cuáles son tus responsabilidades?

Seguridad, no dañar a la gente o maquinas.

Operaciones, asistir en la limpieza, mantenimiento y mejora del laboratorio.

Conocimiento, contribuir en la documentación e implementación dentro del laboratorio.

¿Quién es dueño de las invenciones del Fab Lab?

Los diseños y procesos desarrollados en los Fab Labs pueden ser protegidos y vendidos de acuerdo con la decisión del inventor, pero estos deben mantenerse disponibles para que cualquier individuo los use y aprenda de ellos.

¿Cómo pueden los negocios usar el Fab Lab?

Las actividades comerciales pueden ser convertidas en prototipos y ser incubadas en un Fab Lab pero no deben entrar en conflicto con otros usos. Estas actividades deben crecer más allá del laboratorio y se espera que beneficien a los inventores, al laboratorio y a la red que contribuyó a su éxito.

3. Tener el mínimo de equipo e infraestructura que todos los Fab Labs poseen para trabajar en proyectos a través de la red y los archivos que

se comparten a través de esta puedan ser reproducidos y que todos tengan la capacidad de fabricarlo.

4. Participar en la Red. Existen distintas formas de participar en esta comunidad mundial de laboratorios ya sea asistiendo a sus reuniones anuales por región, practicando en algún proyecto en red, asistiendo a la reunión mundial de Fab Labs, participando por medio de videoconferencias o cursando el Fab Academy antes mencionado.

Estos son los principios que sustentan la Red Fab Lab: acceso público, colaboración, apoyo en conocimientos, sentido social, lenguaje común, soporte en red, sentido de comunidad. Es posible afirmar que es una ética que va más allá de las máquinas y el desarrollo científico tecnológico, es una forma de convivencia y colaboración social.

2.1.4 Modelos de negocio de los Fab Labs

Cada Fab Lab es único ya que las condiciones de cada lugar son diferentes, por lo tanto, estos deben responder a su contexto para funcionar y mantenerse operativos. Troxler (2010) realiza un análisis sobre los diferentes modelos de negocio que existen entre los Fab Labs existentes hasta ese año (45) y menciona que entre los Fab Labs encuestados su mayor propuesta de valor era el acceso a la infraestructura y maquinaria, seguida del acceso a expertos y en último lugar el acceso a la Red Fab Lab; también llega a la conclusión que la mayoría de estos laboratorios son financiados por el gobierno o una institución sede como universidades y colegios. Un punto importante que el autor destaca

es que los Fab Labs que interactuaban en red para hacer proyectos y lo promovían a su localidad, se diferenciaban de los que simplemente ofrecían el acceso a sus instalaciones.

Troxler (2010) también comenta que para promover el emprendimiento concurrente y la innovación hay cuatro factores clave en el desarrollo del modelo de negocio de un laboratorio de este tipo:

- Apertura
- Colaboración interdisciplinaria
- Efectividad
- Capacidad de transferencia

Estos factores los puede cumplir un Fab Lab si participa en la red porque en esta los usuarios pueden compartir, colaborar, partir de conocimiento y proyectos previos y transferir conocimiento.

Menichinelli (2011) menciona que un estudio de los Fab Labs de Islandia los divide en cuatro modelos:

1. **El modelo de negocios facilitador:** lanza nuevos Labs o aporta mantenimiento, suministro o servicios similares para los Labs existentes.
2. **El modelo de negocios de la educación:** un modelo de educación distribuido globalmente por medio de los Fab Labs (junto con la Fab Academy) donde expertos globales en temas particulares pueden dar entrenamiento a Fab Labs locales o desde universidades/negocios a través de la red de videoconferencia del Fab Lab.

3. **El modelo de negocios incubadora:** aporta infraestructura para emprendedores para convertir sus creaciones dentro del Fab Lab en negocios sustentables. La incubadora ofrece infraestructura para actividades administrativas, promoción y mercadeo, capital inicial, la ventaja de la red de Fab Labs y otra infraestructura de emprendimiento para permitirle al emprendedor a que se enfoque en sus áreas de experiencia.
4. **El modelo de negocios replicado / La red de modelo de negocios:** provee un producto, servicio o currículo que opere al utilizar la infraestructura, el personal y la experiencia de un Fab Lab local. Estas oportunidades se pueden reproducir, vender y realizar en muchos (o todos) los Fab Lab locales con ingresos sustentables en cada locación. La ventaja del contacto simultáneo entre varios Labs que promueven y distribuyen el negocio, crea solidez y alcance para la marca.

Santos (2010) menciona que los puntos claves para que un Fab Lab tenga éxito son:

- Accesibilidad
- Personal técnico capacitado
- Habilidad para atraer público con diferentes intereses
- Ambiente creativo que promueva a sus usuarios
- Desarrollo de proyectos y actividades con un nicho específico
- Capacidad de atraer inventores, emprendedores, diseñadores y a la comunidad local

- Posibilidad de expandirse

De lo anterior se puede concluir que para establecer un Fab Lab se necesita alinear varios factores tanto de infraestructura y humanos, así como diseñar los programas y las actividades en base a los usuarios y al entorno local.

2.2 Cultura Digital

Una tarea complicada pero necesaria para el presente trabajo es la definición de cultura digital. Al respecto Uzelac (2010) señala sobre cultura digital lo siguiente:

“...es una noción nueva y compleja... La cultura digital de hoy enmarca la experiencia del mundo que nos rodea y nos brinda un conjunto complejo de herramientas para organizar nuevas relaciones de interacción de la información y de la cultura local y global. En otras palabras, la tecnología presenta las herramientas que usamos en el trabajo, pero también define el entorno en el cual vivimos.”

Garrell (2001) por su parte explica que el concepto cultura digital implica dos aspectos, el primero es el relativo a lo estrictamente digital, a los instrumentos y herramientas y el segundo aspecto es “lo que conocemos como sociedad de la información o sociedad del conocimiento que tiñe las relaciones sociales, los modelos de generación de conocimiento y los procesos productivos”.

Ferrari, Nunez, Sanchez y Pal (2013) definen cultura digital “como el uso en evolución de información digital y como canal de intercambio social y económico mediado por artefactos tecnológicos... y el surgimiento de nuevos

medios de interacción, nuevas formas de ser y de formar comunidades de interacción”. El Ministerio de Cultura de Colombia (2009) propone la siguiente definición de cultura digital: “... una forma de relaciones entre personas, con mediación tecnológica...”. Levy (2007) ofrece una definición de cibercultura como: “conjunto de las técnicas (materiales e intelectuales), de las prácticas, de las actitudes, de los modos de pensamiento y de los valores que se desarrollan conjuntamente en el crecimiento del ciberespacio”.

Para complementar las definiciones se recupera el texto de Germán Franco citado por Kulesz (2017)

Tradicionalmente, se ha pensado que un proyecto que se desarrolla en el campo de la cultura digital necesita información, dispositivos y conectividad. Pero no debemos poner eso en el centro: lo más importante son las personas y su capacidad de crear. Lo crucial aquí es la cultura, las prácticas colectivas, las representaciones y motivaciones profundas

De lo anterior se concluye que cultura digital es un concepto relativamente nuevo, en proceso de construcción; el concepto va más allá de las uso de las herramientas y dispositivos, incluye el entorno que se genera por el uso de los recursos digitales; las formas de producir conocimiento y soluciones y sobre todo las formas de interacción social, las relaciones sociales, los modos de pensamiento, las nuevas comunidades que se crean a partir las actividades digitales.

2.2.1 Tecnología de fabricación digital

En el presente trabajo cuando se menciona el concepto de tecnologías de fabricación digital TFD, en principio y operativamente, se hace referencia a la tecnología disponible en el Fab Lab de la Facultad de Arquitectura, específicamente los equipos: impresoras 3D, router CNC, cortadora láser, router de corte de vinil. Desde el punto de vista conceptual Pérez, Gutiérrez, Sánchez-Laulhe y Olmo (2012) señalan que las TFD

tienen su origen en los años centrales del siglo 20 como resultado de la convergencia de las tecnologías de la computación y las de la maquinaria de control numérico CNC. Entre las décadas de 1970 y 1980, con el abaratamiento de los ordenadores el desarrollo de software CAM y la integración de hardware y software con maquinaria CNC [computer numeric control], se consolidan las prácticas de CAD/CAE/CAM [Computer Assisted Design / Engineering / Manufacturing]... estos procesos de diseño computacional para la fabricación digital se denominan F2F [File To Factory]. Con esta expresión se describe la relación directa entre los archivos digitales y la fabricación de elementos, sin la intervención de dibujos en papel u otro tipo de mediaciones manuales.

Por su parte Torreblanca (2016) explica que las TFD

“constituyen un sistema tecnológico integrado que permite diseñar, analizar y fabricar partes, piezas y sistemas funcionales con diversas ventajas sin precedentes, cambiando radicalmente el modo de diseñar-prototipar-validar... permiten materializar una pieza, sistema, modelo,

prototipo o series cortas, directamente de un archivo digital CAD 3D, en la mayoría de las veces con poca intervención de la mano del hombre, a través de una amplia variedad de técnicas, materiales y acabados”.

Fressoli y Smith (2015) explican sobre las TFD

“... utilizan interfaces amigables, software de diseño intuitivo, disponen de tutoriales online, permiten el intercambio de archivos por internet e incluso utilizan programas de código abierto... al mismo tiempo, las tecnologías de fabricación digital acortan los tiempos requeridos entre el diseño y la producción, permitiendo acelerar los mecanismos de producción flexible de pequeñas cantidades de productos. Así, la fabricación digital acentúa el rol de la economía de servicios y el ascenso de las capacidades de diseño y programación mientras que subvierte las formas tradicionales de producción manufacturera”. (p 114)

Bonet, Meier, Saorín, de la Torre y Carbonell (2017) declaran que la creciente disminución de costos en equipos y software permiten mayor acceso a las TFD por parte de las instituciones educativas, si a lo anterior se añade la aparición de comunidades y espacios en línea como Thingiverse, Cult, y Grabcad que ofrecen millones de archivos de diseño digital permiten una explicación del auge y crecimiento de las TFD en la actualidad.

2.1.2 Máquinas de Fabricación Digital

La Fab Foundation (2018) en su sitio web incluye un apartado con una serie de recomendaciones para instalar un Fab Lab, un requisito básico es contar con diversa maquinaria de fabricación digital.

Seely (2004) define a la fabricación digital como procesos asistidos por computadora que manipulan materiales por medio de métodos substractivos y aditivos por lo que podemos dividir este tipo de maquinaria en dos aquellas que añaden y aquellas que substraen.

2.2.2.1 Herramientas de substracción de material

- Cortadora láser: Herramienta que a través de la amplificación de la luz en un láser puede cortar distintos materiales, como acrílicos, plásticos no tóxicos, cartón, fibras de madera y metales.
- Router CNC: Herramienta que a través de una herramienta giratoria va cortando o desbastando el material para cortar maderas, fibras, plásticos, acrílicos, espumas.
- Cortadora de vinil: Herramienta que por medio de una cuchilla corta diferentes materiales flexibles para fabricar desde letreros hasta circuitos.
- Grabadora Láser: Equipo láser de corte y grabado se compone de una unidad láser, que puede ser de CO2, de fibra óptica o de bomba de diodos. El láser CO2 funciona para grabar y cortar madera, acrílico, aglomerado, plástico, corcho, tela y otras superficies no metálicas. El láser de fibra óptica se utiliza para cortar y grabar metales y plásticos, en especial para aplicaciones industriales, para grabar logos, números de serie, códigos de barras, grabados en tercera dimensión, entre otros.

2.2.2.2. Herramientas de adición de material

- Impresora 3D: Dentro de las impresoras existen distintos tipos de tecnologías para fabricar, la más común es la FDM (Deposición de Material Fusible) esta funciona a través de un extrusor que calienta el material y lo va depositando donde se vaya indicando, los plásticos que utiliza más comúnmente son el PLA, ABS y Nylon, el otro tipo de tecnología con mayor auge es la SLA (estereolitografía) que consiste en la solidificación de alguna resina por medio de un rayo láser.

Lo anteriormente descrito es el equipo básico que se requiere para iniciar un Fab Lab, pero podemos encontrar en los distintos laboratorios, dependiendo de su contexto, maquinaria como máquinas de coser, termoformadoras, inyectoras de plástico, soldadoras, máquinas para trabajar madera y demás herramienta menor. Las condiciones, necesidades y retos de cada contexto se expresan en este otro tipo de máquinas.

2.3 Democratización de las Tecnologías de Fabricación Digital

La palabra democracia proviene del griego *demos* que significa pueblo, por lo que podemos interpretar que la democratización de este tipo de tecnologías es el acercamiento de la sociedad (pueblo) a este tipo de tecnologías.

Se entiende como democratización el abrir y permear este tipo de tecnologías a la población en general, para entender este fenómeno es necesario entender el concepto de fabricación personal, como dice Morris (2007) define a la fabricación personal como: “La manufactura de un producto

utilizando una computadora personal, información digital y una impresora que puede producir y fabricar productos tridimensionales físicos”.

Los Fab Labs son espacios emergentes que han surgido gracias a la democratización de las tecnologías de fabricación digital, hoy en día ocurre un fenómeno muy parecido al que las computadoras sufrieron en las tres últimas décadas, de ser herramientas muy especializadas y de muy alto costo que solamente podían adquirirlas grandes empresas, a ser equipos de tamaño y costo accesible para que una familia lo pudiera tener en el hogar e incluso adquirir las piezas para que cualquier persona pueda fabricar su equipo. Este fenómeno de masificación está empezando a ocurrir con una serie de herramientas CNC (Control Numérico Computarizado) como las impresoras 3D, cortadoras láser, routers y demás herramientas, que cambiarán la forma en que fabricamos y consumimos los objetos, hoy en día es posible descargar un archivo de internet y e imprimir juguetes, herramientas, objetos domésticos y también descargar los planos para cortar una mesa o una silla.

Gershenfeld (2007) habla sobre este mismo fenómeno y menciona que en un futuro próximo, como ocurrió en el caso de las computadoras centrales se convirtieron en PC (computadores personales), todos tendremos fabricantes personales PF's y que esto tendrá mayor impacto en nuestras vidas y en la economía mundial que lo que causaron las computadoras y el internet, el mismo Gershenfeld hace analogía de los fabricantes personales al "Replicador" que aparece en el universo de la serie de ciencia ficción *Star Trek*, una máquina capaz de fabricar cualquier cosa.

Troxler (2014) cita a Rifkin (2011)

“Una nueva revolución digital de manufactura abre la posibilidad de seguir por el camino de la producción de bienes duraderos. En la nueva era todos pueden ser sus propias maquilas, así como su propio sitio de internet y planta de energía”.

Esto hace referencia a la revolución de manufactura aditiva que estamos viviendo hoy en día, al momento de escribir esta investigación la empresa minorista estadounidense Home Depot con más de 2,200 tiendas en Estados Unidos, Canadá y México vende seis tipos de impresoras 3D en sus tiendas.

Los Fab Labs algún día desaparecerán y dejarán de tener relevancia porque todos en sus casas tendrán herramientas de fabricación digital que les permitirán fabricar cualquier cosa, pero hoy en día son el punto intermedio en el camino hacia la democratización de la fabricación digital. En el contexto latinoamericano, Herrera y Juárez (2012) mencionan que el factor económico limita el acceso a estas tecnologías, la adquisición de herramientas y equipos de fabricación digital en Latinoamérica puede resultar entre tres a ocho veces más costosa que en Europa y Estados Unidos.

Parte sustancial de las actividades de un Fab Lab es democratizar el acceso a los conocimientos que circulan en su Red, acercar la nueva tecnología y demostrar su uso en la solución de necesidades a diferentes grupos sociales que de otra manera no tendrían acceso a este conocimiento.

2.3.1 Cultura Maker

Es importante reconocer que los Fab Labs son parte de un movimiento más grande que involucra a actores con diferentes intenciones, pero bajo una misma filosofía, el hacer, crear, inventar, fabricar, rediseñar, etc., para esto es necesario comprender y ubicar al movimiento *Maker* o hacedor con la condición actual de accesibilidad a la información por medio del internet, cualquier persona puede aprender cualquier tema, viendo un tutorial en YouTube o aprender a armar una impresora 3D en *Instructables*. Como señala Diez (2013) los movimientos de *hacedores* están revolucionando el cómo producimos tecnología, las metodologías para innovar y la manera de compartir información en distintas plataformas, haciendo posible el acceso de millones de productos a cualquier lugar del mundo, fabricándolo en su Fab Lab o Makerspace más cercano.

Martin (2015) explica que el término *Maker* o creador es un término acuñado por la revista estadounidense de inventos caseros y proyectos “hágalo usted mismo” *Make Magazine*, publicada por O'Reilly Media y fundada por Dale Dougherty en el año 2005, al siguiente año de la publicación de la revista en el 2006, realizaron la primer *Maker Faire* en la Bahía de San Mateo, California. Cada año alrededor del mundo se realiza este tipo ferias organizadas independientemente sin estar relacionadas con la revista por lo que este término ha trascendido a la revista, y las comunidades de creadores lo han adoptado como suyo.

Kalil (2013) citado por Martin (2015) define a los *Makers* desde una perspectiva más lúdica, dice que estos son personas que diseñan y hacen

cosas en su propio tiempo porque les resulta gratificante, el hacer, jugar, crear, descubrir y compartir lo que han aprendido. Dougherty (2013) citado por Martin (2015) los describe como “entusiastas que juegan con la tecnología para aprender de ella” con este punto de vista de los autores podemos deducir que los creadores son movidos fuertemente por el instinto del juego, factor clave a tomar en cuenta a la hora de diseñar las actividades de acercamiento a la tecnología a la población.

Ghalim (2013) refiere a la cultura *Maker* como una subcultura dentro del movimiento DIY - *Do it Yourself* (Hágalo usted mismo) y menciona como evoluciona y toma impulso gracias a los avances tecnológicos y al acceso de la información y herramientas que hoy en día nos permiten diseñar o elegir plantillas prediseñadas para fabricar y hacer casi cualquier cosa, también menciona que al igual que con la revolución digital donde los consumidores se volvieron productores el mismo fenómeno está ocurriendo con la fabricación de bienes físicos.

Wolf y McQuitty (2011) mencionan que los mercadólogos en algún momento asumieron que los productos estaban listos para consumirse después de que el proceso de añadir valor al mismo estuviera completo, pero con el cambio de paradigma de productos a productos-experiencia el usuario entra a un nivel de co-diseño y co-producción, también menciona que el comportamiento y las motivaciones de este tipo de usuarios a fabricar y hacer sus productos son las siguientes:

- Los beneficios económicos de hacer las cosas tu mismo
- Una percepción de baja calidad de los productos existentes

- Falta de existencia del producto
- Necesidad de personalización

Aparte de las anteriores mencionadas, el autor también encuentra que hacer este tipo de actividades te permite conectar con una comunidad, así como con amigos, familiares y personas afines a la cultura.

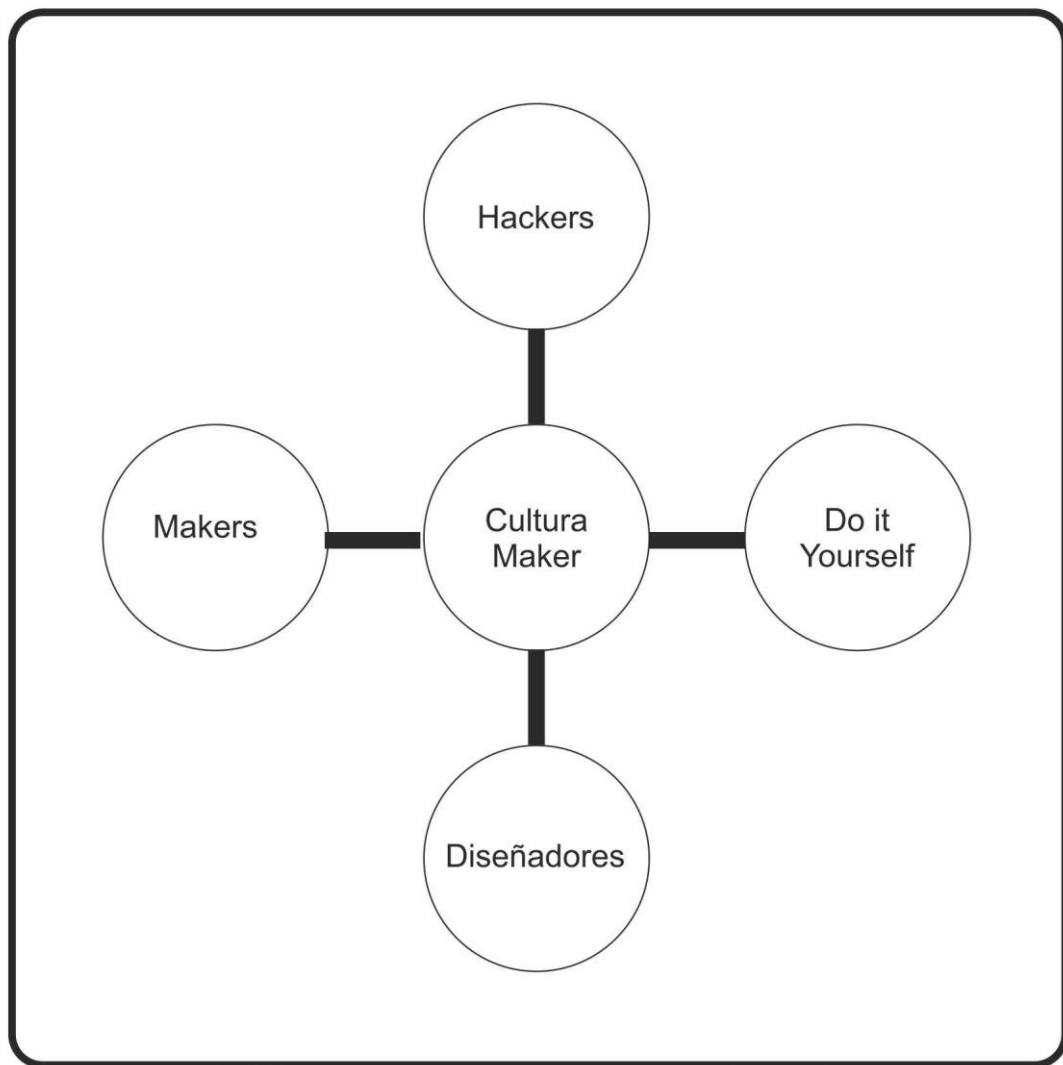


Figura 2. Mapa de la cultura Maker. Fuente: Elaboración propia

Hatch (2013) en el *Manifiesto Maker* menciona lo que debemos hacer para sentirnos plenos como seres humanos, y que hay algo único en hacer

cosas físicas, este tipo de pensamiento concuerda con la pirámide de Maslow (1975) de la jerarquía de las necesidades humanas donde podemos observar que la creatividad, la espontaneidad y la resolución de problemas van dentro del apartado de autorrealización, último nivel de la pirámide y que a través de este apartado es donde dice el autor que el ser humano encuentra un sentido pleno y válido a la vida.

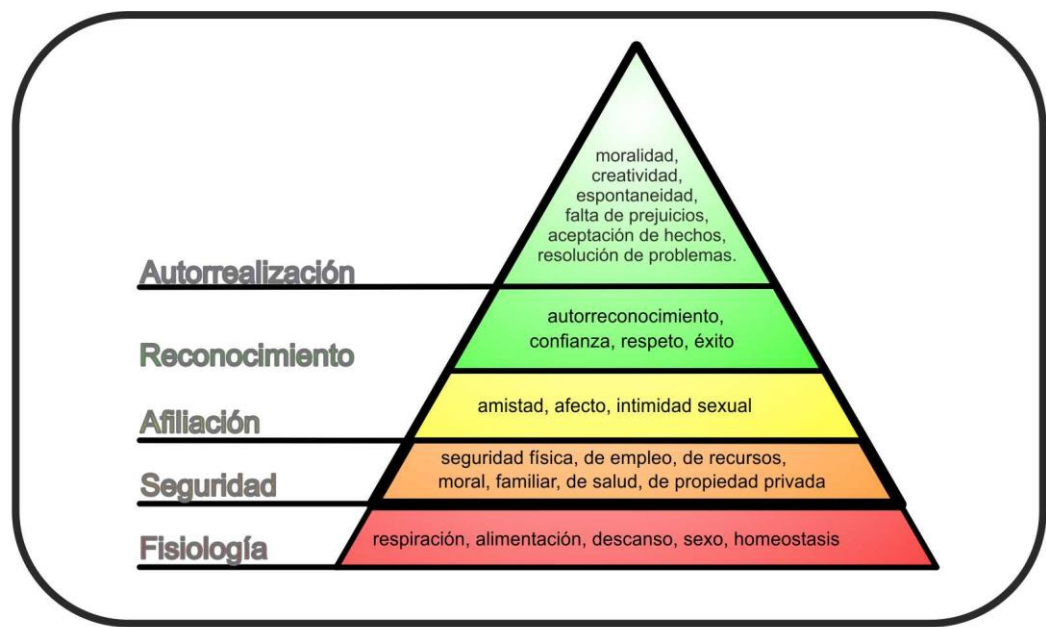


Figura 3. Pirámide de las jerarquías humanas. Fuente: Maslow, A. (1975).

2.3.2 Otros espacios

Como se mencionaba anteriormente, los Fab Labs son solamente un actor dentro del movimiento *Maker*. A continuación, se explican brevemente algunas

categorías de espacios similares, para contextualizar y contrastar con el concepto de Fab Lab.

2.3.2.1 Makerspaces

La definición de Makerspace o espacio de creación es muy amplia y varía según el contexto del mismo, Roslund y Puckett (2013) lo definen de esta manera “Un Makerspace es en términos generales un espacio donde se reúne la gente para hacer cosas, los Makerspaces se pueden enfocar en electrónicos, robótica, madera, confección, corte láser, programación o una combinación de estas habilidades”.

2.3.2.2 Hackerspaces

Maxigas (2012) define a los Hackerspaces como talleres organizados con un modelo de comunidad abierto donde personas con intereses tecnológicos pueden reunirse a socializar, colaborar, compartir y expandir su conocimiento.

Los hackerspaces también son espacios de creación y destrucción, llamemos destrucción al modificar y reconfigurar programas y aplicaciones ya existentes para el beneficio de una comunidad. Según el sitio y comunidad en línea hackerspaces.org⁹, estos se definen como lugares físicos operados por la comunidad, donde las personas se pueden reunir para trabajar en proyectos, se puede entender que estos espacios no tienen relación formal entre ellos, solo comparten la filosofía de trabajo.

⁹ <http://hackerspaces.org> Es una red informal voluntaria de miembros de diferentes *hackerspaces* que mantienen el sitio web y diferentes servicios como una wiki, un blog y una plataforma de correos para sus miembros.

2.3.2.3 Living Lab

Los laboratorios vivientes son un referente importante por el nivel de involucramiento e impacto que han tenido en sus entornos; el concepto de *Living Labs* o laboratorios vivientes surgió del MIT promovido por un grupo de investigadores liderados por William Mitchell; según el sitio web del *ENoLL European network of Living Labs*¹⁰ se definen como un ecosistema de innovación abierta centrada en el usuario basados en un programa sistemático de investigación y procesos de innovación para la vida real de las comunidades.

Parten del modelo de la cuádruple hélice, que a diferencia del modelo de la triple hélice donde participa la academia, la industria y las instituciones públicas, en este modelo están integrando a la sociedad civil como un actor importante a la hora de participar en los procesos de innovación. Los primeros laboratorios estuvieron basados en la implementación de tecnologías de la información a procesos de información ciudadana-gobierno, actualmente hay laboratorios más complejos que incluso alcanzan a tocar aspectos de fabricación digital, por ejemplo el Media Lab Prado que cuenta con un Fab Lab reconocido.

¹⁰ <http://www.openlivinglabs.eu/FAQ>

Tabla 1

Fab Lab	Hackerspaces, Makerspaces, otros
-Apego al Fab Lab Charter	-No existe un reglamento universal,
-Debe cumplir con un mínimo de maquinaria de fabricación digital para ser considerado Fab Lab.	solamente algunos códigos éticos,
-Pertenece a una red sostenida desde la <i>Fab Foundation</i> y el <i>Center For Bits and Atoms</i> del MIT.	-Creados independientemente en distintos lugares alrededor del mundo.
-Se define como un espacio para facilitar la invención gracias al acceso a las herramientas de fabricación digital	- <i>Hackerspace</i> : Se definen como lugar físico donde diferentes personas se pueden reunir para trabajar en proyectos.
-La mayoría albergados o ligados a una institución educativa o gubernamental.	- <i>Makerspace</i> : espacio donde se reúne la gente para hacer cosas.

Comparación entre Fab Lab y otros espacios de creación. Fuente: Elaboración propia (2018)

Después de observar la Tabla 1 , comparativa entre los Fab Labs y los demás laboratorios es posible observar que existen una serie de características que podrían beneficiar a sus usuarios, ya que, al existir requerimientos mínimos para pertenecer a esta red, es posible que estos metodologías e información le

puedan servir a los usuarios del laboratorio para partir de conocimiento realizado previamente en otros laboratorios de la red.

2.4 Innovación Abierta

En este punto se desarrolla el concepto de innovación abierta, cuál es su campo y cuáles son las ventajas de las metodologías que funcionan bajo esta filosofía.

2.4.1 Innovación

Un autor reconocido como el primero en definir la innovación más allá de lo tecnológico fue Schumpeter (1997) que la define y la categoriza en cinco casos, Cilleruelo, Sánchez, y Etxebría (2008) las explican a continuación:

- La introducción en el mercado de un nuevo bien, es decir, un bien con el cual los consumidores aún no están familiarizados, o de una nueva clase de bienes.
- La introducción de un nuevo método de producción, es decir, un método aún no experimentado en la rama de la industria afectada, que requiere fundamentarse en un nuevo descubrimiento científico.
- La apertura de un nuevo mercado en un país, tanto si el mercado ya existía en otro país como si no existía.
- La conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas o de productos semielaborados, nuevamente sin tener en cuenta si esta fuente ya existe, o bien ha de ser creada de nuevo.

- La implantación de una nueva estructura en un mercado, por ejemplo, la creación de una posición de monopolio.

El *Manual de Oslo*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. OCDE (2006) es un referente para la medición de la innovación en la Unión Europea y define a la innovación como:

La introducción de nuevo o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

Hay más definiciones dependiendo del contexto de la innovación, por ejemplo, enfocada a tecnología, productos o servicios. El mismo *Manual de Oslo* OCDE (2006) hace distinción entre cuatro tipos de innovación:

Innovación de producto: Corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina.

Innovación de proceso: Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o distribución, ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales, y/o los programas informativos.

Innovación de mercadotecnia: Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el

envase de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.

Innovación de organización: La introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

2.4.2 Innovación Abierta

De acuerdo con los principios Fab Lab, el de apertura es un elemento indispensable para poder ser parte de la Red, es un tema importante para el desarrollo de las estrategias de acercamiento a las comunidades. Para ser un laboratorio de este tipo debes de ofrecer algún tipo de servicio abierto al público en general, porque uno de los objetivos es acercar la tecnología de fabricación digital a la sociedad, por lo que no solamente es una filosofía, si no una práctica dentro de las actividades de los laboratorios. Las estrategias que se quieren diseñar deben tener la característica de ser abiertas por las ventajas que los modelos y las experiencias previas en el uso de este tipo de filosofía dentro de la red Fab Lab, y que además ha servido a diversas organizaciones en distintos campos como el del software, diseño, servicios, información, industrias, compañías, gobierno y el internet para crear productos y servicios innovadores.

Gutiérrez (2015) menciona que la innovación actual es abierta, nueva, a la vanguardia, y que la creatividad nace desde los usuarios, ya que de ellos surge la necesidad y ellos son los que la pueden dirigir, analizando esto podemos ver que se debe poner atención especial a los usuarios y diseñar las estrategias de acercamiento alrededor de ellos. Esto concuerda con la teoría de

diseño centrado en el usuario desarrollada por Norman (2013) donde dice que para diseñar alrededor del usuario hay que conocerlo a fondo usando técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas, diseñar un producto que resuelva sus necesidades satisfaciendo sus emociones y expectativas, y por ultimo probar lo diseñado someterlo a pruebas para saber si funciona y en caso de que no funcione iterar y ajustarlo para que lo haga.

La innovación abierta es un concepto en creciente uso, esta habla acerca de una propuesta de un modelo donde las empresas y organizaciones deben buscar hacia el exterior, compartir información y generar sinergias para trabajar hacia adentro y fuera de la organización, Chesbrough (2003). A partir de este término se empezaron a crear varios modelos y casos de estudio para demostrar las ventajas de este modelo, a continuación se mencionan diferentes casos de innovación abierta y compañías que lo usan para demostrar su relevancia e importancia actual.

A partir de este primer término se fueron desarrollando categorías dentro de esta misma filosofía como:

- Acceso Abierto
- Información Abierta
- Educación Abierta
- Gobierno Abierto
- Licencias Abiertas
- Ciencia Abierta
- Software de Acceso Libre

Un concepto con fuerza que impacta en distintos ámbitos de la sociedad. Más allá de las empresas y organizaciones

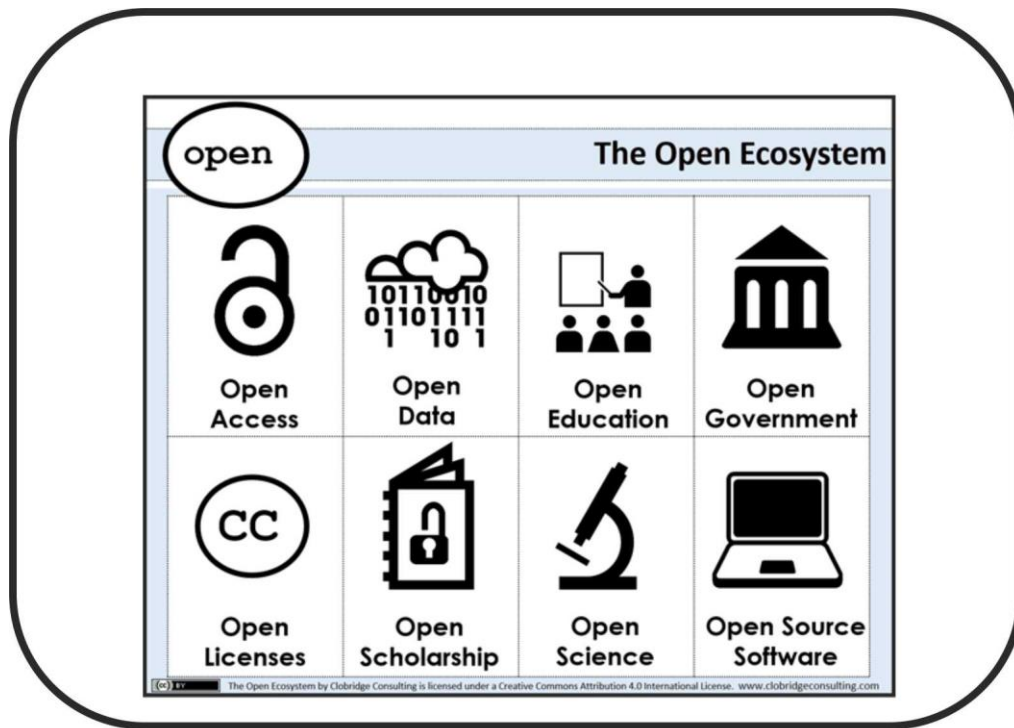


Figura 4. El ecosistema abierto. Fuente: Clobridge, A. (2014)

2.4.3 Diseño Abierto

El concepto de diseño abierto se deriva del término *software abierto* o *acceso abierto* creado y popularizado por Richard Salman creador del sistema operativo abierto y licencia GNU. Free Software Foundation (2016)

que se caracteriza por los siguientes puntos:

- La libertad de usarlo, para cualquier propósito.
- La libertad de poder estudiar cómo funciona el programa, y poder modificarlo para que haga lo que uno desee; el acceso al código fuente es una precondition de esta libertad.

- La libertad de distribuir copias, de manera que puedas ayudar a tu vecino.
- La libertad de distribuir copias de tus versiones mejoradas a otros. Haciendo esto puedes dar a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de tus cambios; el acceso al código fuente es una precondition de esta libertad.

Abel (2012), cofundador del Laboratorio de Diseño Abierto de la Waag Society¹¹, describe el diseño abierto como aquel que puede ser compartido por medio de algún archivo y que tenga una licencia Creative Commons para ser reproducido, compartido y editado. El movimiento de Diseño Abierto está relacionado con el del Diseño Participativo que surgió durante la década de los 70 y el cual consiste en que el usuario participe en la etapa de desarrollo del producto.

El diseñador industrial Kadushin (2010) es otro de los promotores del diseño abierto, el escribió un manifiesto que se cita textualmente:

Una revolución en el desarrollo de productos, producción y la distribución de ellos es inminente debido a la naturaleza disruptiva del internet y el fácil acceso a las máquinas CNC, el diseño abierto es una propuesta para que esto suceda, es un cambio al Diseño Industrial para que este se vuelva relevante en una sociedad de la información globalmente conectada.

Por lo que los diseñadores al ver que la fabricación personal puede traer consecuencias que afectarán a la forma en que se desarrolla la profesión, la

¹¹ Instituto de Arte, Ciencia y Tecnología en Amsterdam que explora los medios digitales.

economía y la forma de diseñar cosas, se están adaptando a buscar nuevos modelos de negocios. Morris (2007) dice que una de las oportunidades para los diseñadores es la personalización en masa, que al existir tantos diseños abiertos,

modelo de negocio que funciona bajo esta filosofía es el de Open Desk¹², una plataforma que conecta a diseñadores, con fabricantes y a la vez con los consumidores finales, si eres un fabricante puedes vender los productos si das regalía al autor y si eres un usuario puedes acercarte al fabricante local más cercano.

2.4.4 Ejemplos de Innovación Abierta

2.4.4.1 Procter & Gamble

Procter & Gamble es un caso referente dentro de la innovación abierta como lo detalla Huston y Sakkab (2006) al crear el método de *“Connect and develop”* donde con sus más de tres mil científicos y después de haber desarrollado ideas en sus laboratorios y no ser desarrollada por la empresa son abiertas y transferidos a otras empresas para su desarrollo y mejoramiento; el modelo funciona, al año 2004 más del 35 % de los nuevos productos en el mercado se originaron fuera de Procter & Gamble.

2.4.4.2 Wikipedia

La enciclopedia en línea Wikipedia es un ejemplo de la innovación abierta y este proyecto no sería posible sin la participación de los usuarios. En la Figura 5

¹² www.opendesk.cc

se observa un histograma de como el término *aborto* se modifica y crece gracias a la participación de sus usuarios, de lado izquierdo están los nombres de los usuarios que han contribuido a esta entrada. El termino más usado para este tipo de proyectos se le llama *Crowdsourcing*. Infocrowdsourcing (2013) explica que proviene del término *crowd* que significa conjunto de personas y *outsourcing* que significa externalización.

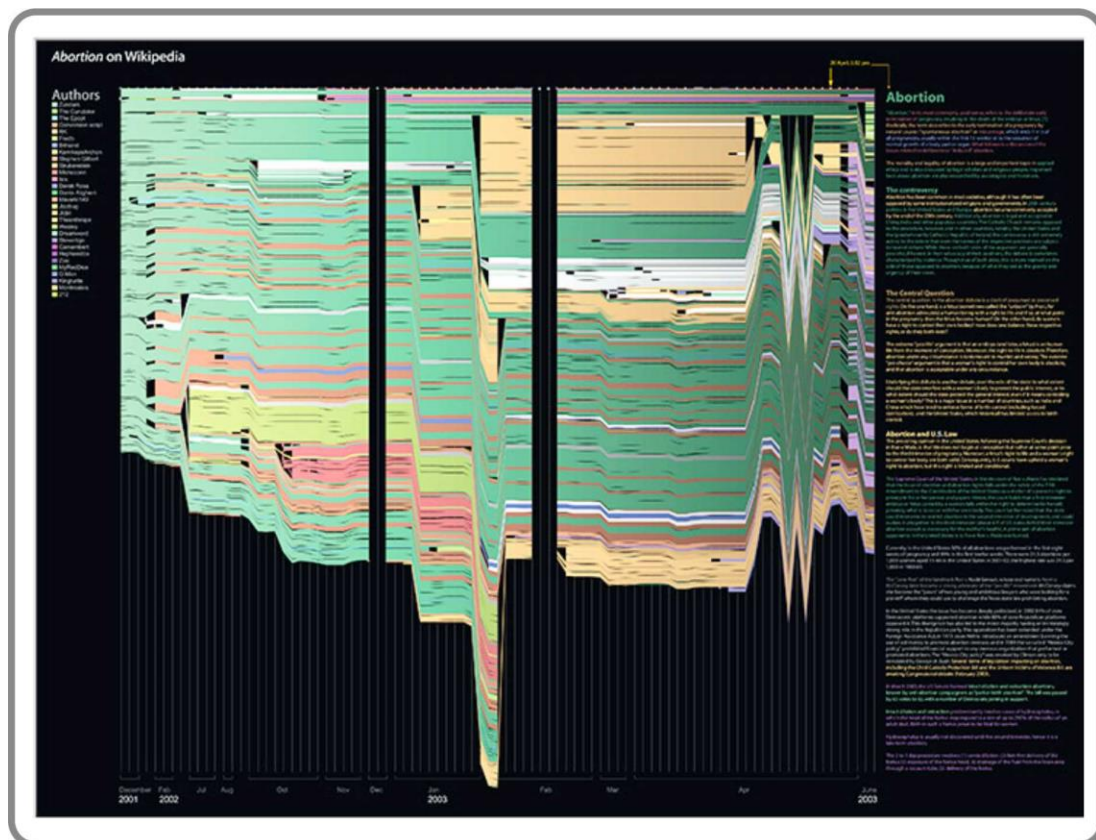


Figura 5. Histograma de la evolución y modificaciones de la palabra aborto en Wikipedia.

Fuente: scimaps.org

2.4.4.3 Kickstarter

Un ejemplo de innovación abierta que derivó en el término *Crowdfunding*, y reconocido mundialmente, es la plataforma de financiamiento de proyectos

Kickstarter. Esta plataforma ha permitido a miles de inventores, diseñadores, ingenieros y amas de casa solicitar financiamiento a través esta plataforma donde cualquier usuario puede subir un proyecto y pedir dinero para llevar a cabo sus proyectos, si se junta la suma de dinero solicitada el solicitante se compromete a entregar algo dependiendo de lo que los financiadores hayan contribuido. Esto es un cambio radical en la forma de financiar proyectos a través de las organizaciones tradicionales, llámese bancos, aceleradoras, grupos de inversionistas, etc. Kickstarter (2018)

2.4.4.4 Lego

Uno de los casos más famosos de innovación abierta sucede en la compañía LEGO donde después de la crisis que vivieron en la década de los 90, lo que hicieron fue buscar soluciones en otros lados; por lo que al voltear a la comunidad de fanáticos de la compañía encontraron que ellos estaban haciendo y produciendo productos muy interesantes. Por lo que en conjunto con el MIT crearon un grupo de trabajo y experimentación para desarrollar nuevos productos. Esto fue lo que LEGO lanzó al mercado con la línea *Mindstorms* que son piezas electrónicas programables y que resultó en un gran éxito comercial a tal grado que anualmente se organizan competencias para ver quien desarrolla los mecanismos más impresionantes. LEGO (2018)

2.4.4.5 RepRap

Otro ejemplo de innovación abierta es el caso de las impresoras 3D. En el 2005 el Doctor en Ingeniería Mecánica Adryan Bowyer desarrolla un proyecto

llamado RepRap que consiste en crear una impresora 3D autoreplicable permitiendo que cualquier usuario en el planeta pueda fabricarla. Este proyecto lo registró bajo la licencia GNU (Licencia Pública General) que permite que cualquier investigador pueda obtener los planos y el software de la misma para ir mejorando el proyecto, lo que permitió que la comunidad de usuarios añadiese mejoras creando alrededor de 80 versiones diferentes de la misma en siete años. RepRap (2017).

2.4.4.6 México

En México se han creado varias iniciativas de activación de la economía local a través de ejercicios donde se integran diseñadores con artesanos, por ejemplo el workshop de Diseño de Producto *The Chair That Rocks* . De la O (2014) donde varios diseñadores de producto se reúnen durante unos días en el pueblo de Tlacotalpan, Veracruz para crear productos con ayuda de los artesanos locales, uno de los objetivos de este taller es la reactivación de la economía local. Otro ejemplo de la unión de diseñadores con artesanos es el proyecto del diseñador brasileño Rosenbaum: "*A gente transforma*", cuyo objetivo principal es insertar el trabajo artesanal en el mercado decorativo e introducir oportunidades para crear nuevos negocios.

El proyecto "Binomios Creativos: Artesanos + Diseñadores 2013" fue un proyecto del extinto Centro de Diseño de Oaxaca, que surgió con el objetivo de hacer vínculos comerciales y productivos entre artesanos y diseñadores, fue un ejemplo interesante de cómo se puede reactivar la economía local solamente innovando en los procesos productivos y los canales de comercialización.

Lo relevante de los ejemplos anteriores es la disposición y el sentido de apertura para rediseñar un producto o un servicio, la postura de considerar la participación de los usuarios y comunidades involucrados, el mostrarse dispuestos a escuchar y trabajar con la cambiante realidad, ser flexibles ante los giros de la realidad con un amplio sentido de apertura.

2.4.5 Cocreación

Según Prahalad y Ramaswamy (2004) quienes hicieron popular este término, lo definen como la creación en conjunto de valor entre una compañía y el cliente, permitiendo al cliente construir la experiencia del servicio situado a su contexto, esto quiere decir que el usuario se vuelve una parte activa y por lo que el acercamiento de las tecnologías a los usuarios debe ser creado y liderado por los usuarios a un nivel de involucramiento llamado cocreación y codiseño, por las ventajas que pudieran resultar de llevar esta metodología, a continuación podemos observar una tabla de los niveles de involucramiento de los usuarios.

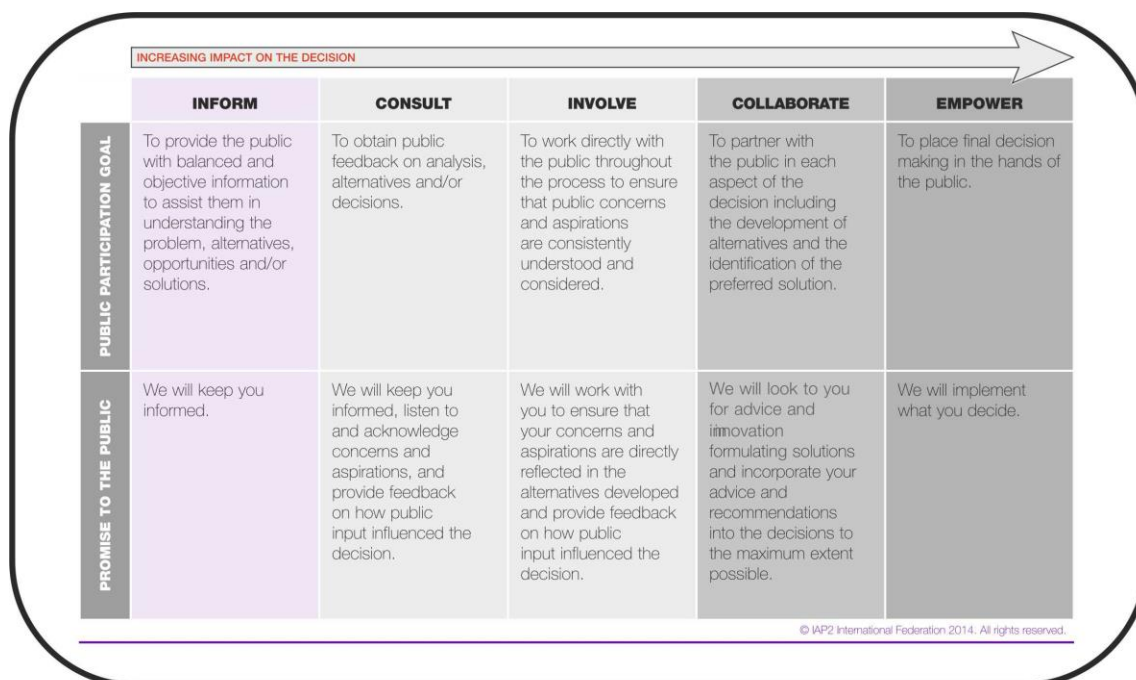


Figura 6. Espectro de participación público. Fuente: International Association for Public Participation

La Figura 6 ayuda a seleccionar el nivel de participación para definir el rol que va a tener el público en algún programa de participación social, en esta podemos ver que, dependiendo de la promesa del programa y el objetivo del programa, se alcanzan distintos niveles de impacto en la decisión desde el más bajo que es informar hasta el más alto que es empoderar.

Hippel (2005) habla sobre la innovación liderada por el usuario y nos explica los problemas de las organizaciones, la resistencia de estas a abrir sus procesos e información, uno de sus descubrimientos más interesantes es que cuando las empresas desarrollan en conjunto con usuarios *beta testers*¹³ sus

¹³ Un Beta tester es un usuario de programas cuyos ejecutables están pendientes de terminar su fase de desarrollo, o alcanzar un alto nivel de funcionamiento, pero que aún no son completamente estables "Wikipedia" 2016

productos o servicios, estos lo hacen sin esperar un pago a cambio, lo hacen por el sólo hecho de contribuir y mejorar el producto a sus pares.

Las comunidades al ser diferentes por las condiciones del contexto, es decir al tener usuarios con necesidades heterogéneas, deben ser conscientes que las soluciones que se han encontrado en otros contextos no solucionan sus necesidades como ellas lo esperan.

Hippel (2005) también comenta que la principal problemática es que los fabricantes a través de sus estrategias de desarrollo de productos y servicios están diseñados para satisfacer las necesidades de un gran segmento del mercado.

Hay diferentes procesos para trabajar con los usuarios y diferentes resultados dependiendo de las características del proceso en la siguiente tabla desarrollada por Piller e Ihl (2009) se observa en la Figura 7 que las dos variables son colaboración y libertad por lo que dependiendo de que tan bajas o altas sean estas podemos generar una consulta de ideas, crear una comunidad o crear un foro de discusión.

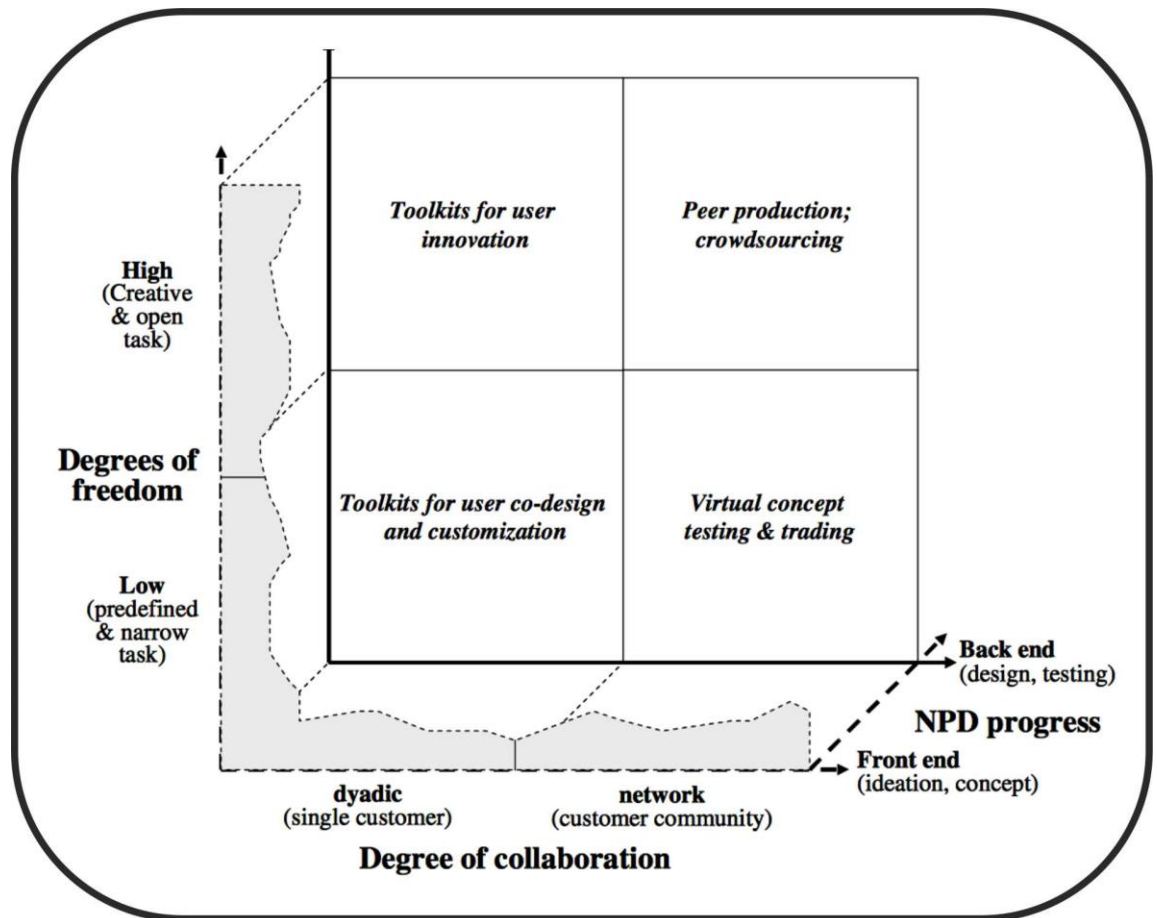


Figura 7. Resultados según el nivel de colaboración y los grados de libertad que tiene un usuario. Fuente: Piller e Ihl (2009)

2.4.6 Comunidades Creativas

La creación de comunidad en los usuarios de estas tecnologías es un factor importante para que estos la apropien y puedan buscar en ellas una forma de desarrollo, Rumpala (2012) menciona que las personas que se interesan por este tipo de tecnologías rápidamente pueden encontrar en internet distintas comunidades desde foros de discusión hasta repositorios de archivos, generando en ellos mayor involucramiento.

Rodríguez y Alencar (2012) citando a Von Hippel hablan de las comunidades innovadoras como nodos de personas o empresas conectadas entre si para transmitir información y conocimiento, para Manzini (2007) son aquellas personas que inventan cooperativamente, mejoran y gestionan soluciones innovadoras para nuevas formas de vida. Usan su creatividad para romper con los modelos convencionales pensando y haciendo. Sus iniciativas están profundamente arraigadas en un lugar y, al mismo tiempo, fuertemente vinculada a otras similares a nivel internacional. Es decir, que representan una forma nueva de globalización basada en la interconexión entre localidades de un nuevo tipo.

Hacer y compartir actividades en línea y en la vida real, como dice Gauntlett (2011), crea una serie de conexiones creativas que unen a la gente, sin embargo, esto no necesariamente crea lazos entre las personas y las instituciones, pero si a las personas en formas inesperadas y no planeadas. Cottam y Leadbeater (2004) mencionan que como sociedad necesitamos nuevas formas de organizarnos, ya que las soluciones no pueden fluir de “arriba hacia abajo”, las mismas comunidades necesitan organizarse como sociedad desde abajo para que estas puedan ir formalizándose hacia arriba, ella llama a estas nuevas formas de organización como “comunidades de co-creación”.

Los mismos autores Cottam y Leadbeater (2004) mencionan que estas comunidades funcionan cuando cumplen con algunas de las siguientes características:

- La comunidad se forma alrededor de algo, estas no son espontáneas.

- Los miembros aportan algo, ya sea interés sobre el tema, una idea o resolviendo algún problema.
- Están diseñadas para evolucionar, las personas pueden ir construyendo sobre lo que se ha realizado.
- El trabajo y las tareas están distribuidas entre las personas que les interesa trabajar sobre algún tema, al contrario del modelo tradicional donde las tareas son repartidas por un jefe o supervisor.
- El liderazgo es abierto, los líderes crean plataformas o foros donde los demás miembros pueden tomar decisiones.

Menichinelli (2011) habla sobre el diseño P2P (*Peer to Peer*) y este término lo define como una actividad colaborativa que se dedica a trabajar sobre algún tema a ser resuelto, este término no se limita al área del diseño y puede ser aplicado en cualquier área o disciplina, dice que esta se puede aplicar en comunidades ya existentes o a la hora de crear una. Rodríguez y Alencar (2012) mencionan sobre este tema que se desarrolló a partir de la observación del movimiento del software libre centrado en la Web 2.0, específicamente en la creación de contenidos y como se desarrollan de manera unidireccional.

2.5 Tecnologías de fabricación digital en entornos educativos.

El panorama mundial del uso de tecnologías de fabricación digital en la educación es claro y va en aumento, según un estudio de Ysoft (2016) a nivel mundial, existe una impresora 3D en el 60 % de las instituciones educativas,

sin embargo el 87 % de los profesores restringen el acceso a estas, menciona también que el

53 % de los proyectos realizados en estas máquinas son relacionados a Ciencia, Ingeniería o Matemáticas, y que el 50 % de estas máquinas se encuentran en instituciones de educación superior, por lo que es importante conocer a detalle experiencias, casos y proyectos sobre la implementación de tecnologías en las aulas y sobre la fabricación digital en la educación.

2.5.1 Educación STEM y fabricación digital en el aula

La intersección de Fabricación Digital, Fab Labs y Educación entran dentro de un concepto llamada Educación STEM, este es un concepto desarrollado y aprobado por la National Science Foundation y la National Research Council de Estados Unidos, justificado por ellos como un elemento clave dentro de un sistema educativo de cualquier país tecnológicamente avanzado y que busca estar innovando para ser más próspero económicamente. Como se cita en Vázquez y Manassero (2014), STEM se conforma por las primeras letras de las palabras en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, este concepto se ha desarrollado principalmente en Estados Unidos, pero ha tenido impacto en diferentes países del mundo, se ha impulsado principalmente en programas de educación básica con la finalidad de impulsar el desarrollo tecnológico del país. White (2014) menciona que el uso de este modelo en la educación genera mayores oportunidades para los que quieren continuar una carrera profesional en alguna de esas áreas y también para lo que no lo hacen.

La National Science Fundation, es la agencia del gobierno de Estados Unidos de América encargada de gestionar proyectos de investigación y educación en todas las áreas no médicas de ciencia, dentro de esta organización se ha otorgado un fondo de investigación de \$1,199,998.00 USD, para investigar y crear estrategias para formar el Aula Fab Lab, este proyecto llamado "Strategies: The FabLab Classroom: Preparing Students for the Next Industrial Revolution" es desarrollado por la Facultad de Educación de la Universidad de Virginia y la Universidad de Hofstra, uno de los proyectos que se encuentran dentro de este fondo es la creación del primer laboratorio de tecnología de manufactura avanzada en conjunto con dos escuelas públicas de educación básica.

Uno de los proyectos desarrollados bajo este fondo fue el de Fab School que fue posible gracias a la vinculación de tres instancias, la Buford Engineering Design Academy, la Sutherland Engineering Design Academy y un laboratorio de ingeniería y diseño en ciencia aplicada dentro de la Universidad de Virginia, este proyecto consistió en desarrollar un programa para el aprendizaje de las tecnologías de fabricación digital en escuelas primarias y secundarias, el diseño del programa fue creado en base al currículo existente de materias de las escuelas, la metodología consistía en hacer para aprender y de que de esta manera adquirieran el aprendizaje de tales tecnologías, se utilizaron paquetes de modelos previamente diseñados que podían descargar e imprimir o cortar en láser. Bull (2015), líder investigador de este proyecto, menciona y concluye que el uso de estas tecnologías durante la educación básica puede ayudar a determinar a los estudiantes a seguir una profesión en ingeniería o alguna

ciencia, esto es debido a que los estudiantes, al desarrollar un proyecto y darle el seguimiento correspondiente, adquieren más familiaridad con las ciencias involucradas; también menciona que los que no continúen por esta área obtendrán una inteligencia espacial y numérica superior a los que no aprenden este tipo de tecnología, así como un gusto por el descubrimiento y aprendizaje.

Stansell, Tyler y Morel (2016) en una investigación pudo comprobar esto, ya que a una muestra de 99 estudiantes de secundaria les aplico un examen de habilidades de ciencia y matemáticas, después les enseñó el uso de la impresión 3D para crear y hacer proyectos y después de haber realizado y aprendido las tecnologías les aplicó otro examen y pudo comprobar un aumento en sus capacidades numéricas y matemáticas.

FabLearn Labs es un proyecto de investigación creado en el 2009 en el Transformative Learning Technologies Laboratory de la Universidad de Stanford, este proyecto fue concebido por Paulo Blikstein a raíz del concepto de los Fab Labs (TLTL, STANFORD 2013), el objetivo de esta investigación es permitir a los niños que participen en el desarrollo de soluciones a problemas reales por medio de la experimentación y el seguimiento de metodologías de diseño e ingeniería a través de la fabricación digital. Las principales observaciones y hallazgos que menciona Blikstein (2013) son los siguientes:

1. El síndrome llavero menciona que gracias a que las máquinas pueden fabricar fácilmente objetos estéticos y que complazcan a los estudiantes, los instructores deben evitar enseñar a crear este tipo de objetos e impulsarlos a hacer proyectos de una complejidad mayor.

2. La tendencia a la frustración y enojo de los estudiantes al desarrollar proyectos ya que los ciclos de desarrollo y experimentación son diferentes al salón de clases.
3. La facilidad de hacer proyectos interdisciplinarios, en la fabricación digital es posible combinar robótica, música, ingeniería o cualquier disciplina de manera rápida creando proyectos intelectualmente impactantes.
4. La transversalidad de los ejes de ciencia, ingeniería, matemáticas y ciencia STEM, en la mayoría de los proyectos y la practicidad de aplicar conceptos básicos en cualquier proyecto.
5. El desarrollo y mejoramiento de las prácticas educativas impulsadas por los mismos estudiantes, que permite reevaluar los proyectos, mejorarlos y crear un ambiente de aprendizaje compartido.

Lipson (2010) creador del proyecto fab@home que busca crear impresoras 3D de bajo costo, menciona que esta tecnología cuenta con algunas barreras de entrada por los costos no tan accesibles para algunas escuelas y hogares, así como la falta de interés de algunas compañías para intentar entrar al mercado, y ofrece las siguientes recomendaciones:

- Poner un laboratorio de fabricación en cada escuela
- Capacitar a los profesores en el uso de estas tecnologías y su aplicación en el área STEM
- Crear contenido curricular de alto valor

- Mejorar el aprendizaje orientado al diseño
- Destinar presupuesto federal para la implementación de estas tecnologías
- Promover políticas de hardware institucional
- Desarrollar formatos estándar para compartir diseños
- Crear una base CAD gubernamental
- Establecer un programa de innovación para emprendedores autodidactas

2.5.2 Implementación en México

El uso de las TFD en las escuelas públicas de educación básica en el país es prácticamente inexistente, no se han encontrado casos o proyectos en este tema gestionados por la Secretaría de Educación Pública; en el Nuevo Modelo Educativo. SEP (2018) no aparece el concepto de fabricación digital y se enfoca solamente en el uso y desarrollo de TICs para el aula. En escuelas privadas se ha observado el uso de TFD, pero no es claro cuál es la función de estas dentro del aula o la institución.

Una experiencia ubicada en México, con relación al presente proyecto, es la iniciativa FAB!, producto del trabajo de dos investigadoras que buscan transformar la educación en México a través del uso de tecnología para que los estudiantes puedan desarrollar su potencial, vencer sus miedos y crear proyectos que solucionen problemas reales. Blikstein, Calderón y Otero (2015).

Esta iniciativa colabora con TLTLab (Transformative Learning Technology Lab) de la Universidad de Stanford generando investigación sobre

el impacto de las nuevas tecnologías en el rendimiento y confianza de los estudiantes la educación. El proyecto se aplicó con alumnos de escuelas preparatorias, aunque en principio señalan la falta de espacio, presupuestos para equipos, materiales, personal calificado y sin tiempo en el horario oficial.

2.6 Polígonos de pobreza

2.6.1 Definición de Polígonos

El Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (2014). Define *polígono* como: “Unidad urbanística constituida por una superficie delimitada de terreno para fines de valoración catastral, ordenación urbana, planificación industrial, comercial, residencial, etc”.

Según el *Diccionario de Datos del ámbito urbano* del INEGI (2001), *Polígono Urbano* es un “Área delimitada por vialidades y/o, rasgos naturales o culturales, cuyo perímetro puede recorrerse en su totalidad.” Quintana(2008) define *Polígono Urbano* como “...espacios de grandes dimensiones ubicados en las ciudades (y en la mayoría de los casos rodeados por ellas) que sobresalen del tejido urbano por ser una unidad morfológicamente diferente a él”.

El sitio web de GRCstudio¹⁴ ofrece una definición más acorde al propósito del presente estudio “Los polígonos surgen como consecuencia del aumento de la demanda de vivienda en suelo barato (descentralizado, periferismo) pero relacionado a su vez con la infraestructura comarcal”. La definición material del polígono es su unitariedad basado en proyectos,

¹⁴ <http://www.grcstudio.es/2013/formas-de-crecimiento-urbano/>

actuaciones y gestiones unitarias dando como consecuencia un crecimiento urbano por paquetes cerrados, bordes discontinuos, segregación y monotonía interior. Otra de sus características es su densificación, siendo elevada y creando así desorden ambiental y subequipamiento. Los polígonos urbanos también se relacionan con la gestión capitalista de la vivienda obrera, siendo su antecedente la fase paternalista.

La intención de hacer el acercamiento a los polígonos de pobreza es analizar su efecto en niños y jóvenes habitantes de los mismos, por lo que es importante estar conscientes del contexto para diseñar la experiencias proyectadas en la presente investigación.

Figura 8 en la siguiente página.

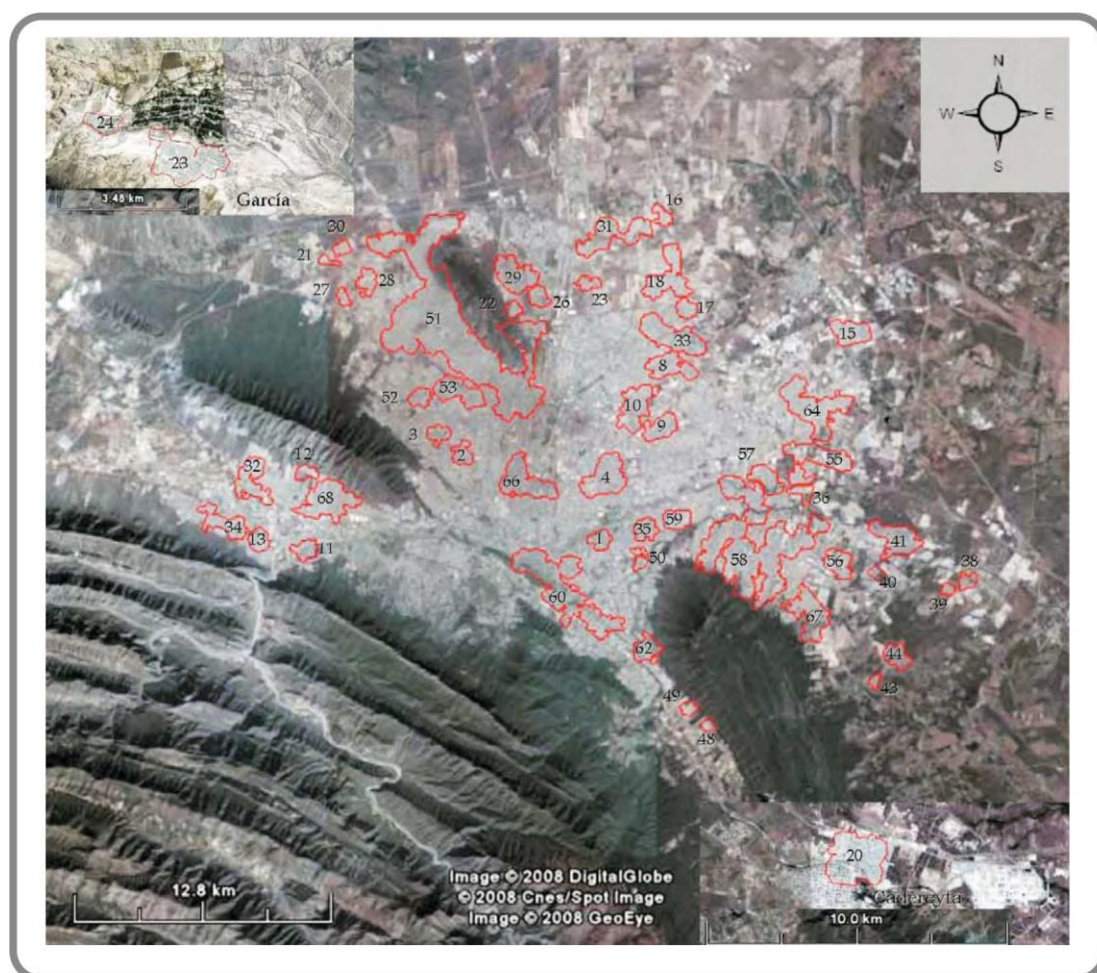


Figura 8. Polígonos de pobreza del Area Metropolitana de Monterrey.
Fuente: Martínez, Treviño, y Gómez. (2009)

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010)¹⁵ “Polígono de Pobreza, es una zona claramente delimitada de la ciudad donde se concentra la población que cuenta con diferentes niveles de pobreza de acuerdo a los criterios del Consejo Nacional de Evaluación de la

¹⁵ Consejo nacional descentralizado que genera información sobre la situación de la pobreza y norma las políticas públicas para que las dependencias gubernamentales puedan crear programas para la erradicación de la misma.

Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y del índice de Marginación Urbana que calcula el Consejo Nacional de Población (CONAPO)”.

En Nuevo León, en el año 2009, el Consejo de Desarrollo Social del gobierno estatal publicó un sistema cartográfico de mapas de pobreza, el cual fue elaborado en conjunto con la Facultad de Arquitectura de la UANL. El documento muestra una detallada descripción y ubicación de los polígonos de pobreza en el Área Metropolitana de Monterrey, y define a los polígonos de pobreza como “espacio social rezagado respecto al desarrollo alcanzado por el resto de la metrópoli donde están situados. Es también un espacio geográfico a donde las políticas públicas no han llegado o no lo han hecho en forma adecuada y suficiente”. Consejo de Desarrollo Social, (2009, p.9)

2.6.2 Definición de Pobreza

Existe una abundante literatura sobre la pobreza, su definición, medición, sobre los debates ideológicos, políticos y teóricos que el concepto conlleva. Para el presente estudio se utiliza la definición del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. CONEVAL (2010)

La pobreza, en su acepción más amplia, está asociada a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impiden la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social.

Aunque existe una gran variedad de aproximaciones teóricas para identificar qué hace pobre a un individuo, hay un consenso cada vez más amplio sobre la naturaleza multidimensional de este concepto, el cual reconoce

que los elementos que toda persona necesita para decidir de manera libre, informada y con igualdad de oportunidades sobre sus opciones vitales, no pueden ser reducidos a una sola de las características o dimensiones de su existencia CONEVAL (2010).

Para hablar de pobreza es necesario definir el término, existen distintas acepciones, pero como señala el Comité Técnico para la Evaluación de la Pobreza (2002) “las discrepancias en el concepto provienen en buena medida de la forma en que se concibe el patrón mínimo deseable”. Por lo que el término varía dependiendo de lo que se carezca, el Comité segmenta la pobreza como una carencia en distintos rubros:

- En oportunidades de participación en los mecanismos de decisión colectiva, o política, que le dan “voz” a la ciudadanía en la representación de sus intereses.
- En mecanismos de apropiación o de titularidades sobre recursos, que entre otras cosas provocan incertidumbre respecto al acceso a satisfactores básicos.
- En capital físico o humano (por ejemplo, carencia de cierto tipo de vivienda o de un número de años de educación formal).
- En ingreso (por ejemplo, de flujos monetarios o no monetarios suficientes para adquirir ciertos satisfactores).
- En bienes de consumo (por ejemplo, de una canasta de bienes alimenticios y no alimenticios).
- En bienestar, entendido en un sentido subjetivo (por ejemplo, de un nivel de satisfacción personal adecuado).

Una de las clasificaciones clásicas de la pobreza y que fue un cambio en el paradigma de cómo se concebía la pobreza es la de Sen (2000) donde la concibe como la privación de capacidades básicas y no como la falta de ingresos, al autor menciona que entre las ventajas de observar la pobreza desde este punto es que al segmentar la pobreza en privaciones quedan más claras estas y son más fáciles de medir y combatir.

Bracamontes y Camberos (2011) mencionan que en México la estimación oficial de la pobreza es multidimensional, pero sigue estimando la pobreza de ingresos ya que en el Banco Mundial es la que utiliza para evaluar los avances del combate a la pobreza, por lo que se considera una ventaja que como país tengamos la capacidad de medir la pobreza multidimensional y de ingresos.

2.6.3 Pobreza en Nuevo León

Sobre el estado actual de la pobreza en nuestra entidad, en el Plan Estratégico para el Estado de Nuevo León 2015 – 2030, presentado en marzo de 2016, se señala:

Por sus carencias y nivel de ingresos, alrededor de 1 millón de personas en Nuevo León se encuentra en pobreza moderada o extrema. Tan solo 21 % de la población se encuentra en una situación de pobreza moderada, cuando el promedio nacional es de aproximadamente 36 %; por otro lado, el 2.5 % de la población se encuentra en una situación de pobreza extrema, mientras que el promedio nacional de 10 %. Al analizar el detalle por región, las zonas norte y sur tienen una mayor proporción

de población en situación de pobreza moderada con 32 y 33 %, respectivamente, o extrema, con 3 y 7 %, respectivamente. Se utilizan dos métricas para determinar la situación de pobreza en el estado: el índice de carencias y privación social, y el nivel de ingresos, como se puede apreciar en el cuadro 18”. Consejo Nuevo León para la Planeación Estratégica (2016)

2.6.4 Índice de carencias y privación social

El índice de carencias considera seis aspectos: acceso a servicios básicos, calidad de la vivienda y acceso a la alimentación (referidos a la dimensión del hogar), así como rezago educativo, acceso a servicios de salud y a seguridad social (referidos a la dimensión de comunidad). Al evaluar el índice de carencias a nivel estatal, se observa que 45 % de los nuevoleonenses padecen de una o dos carencias y otro 10 % experimenta tres o más. Los indicadores donde se presenta mayor carencia son el acceso a la seguridad social y acceso a los servicios de salud, con 37 % y 21 % de la población sin acceso, respectivamente. A nivel regional, se observan diferencias considerables entre las carencias de la zona conurbada y aquellas de las zonas norte y sur, siendo mayor la proporción de la población que sufre de carencias en estas últimas, como se observa en la Figura 9.

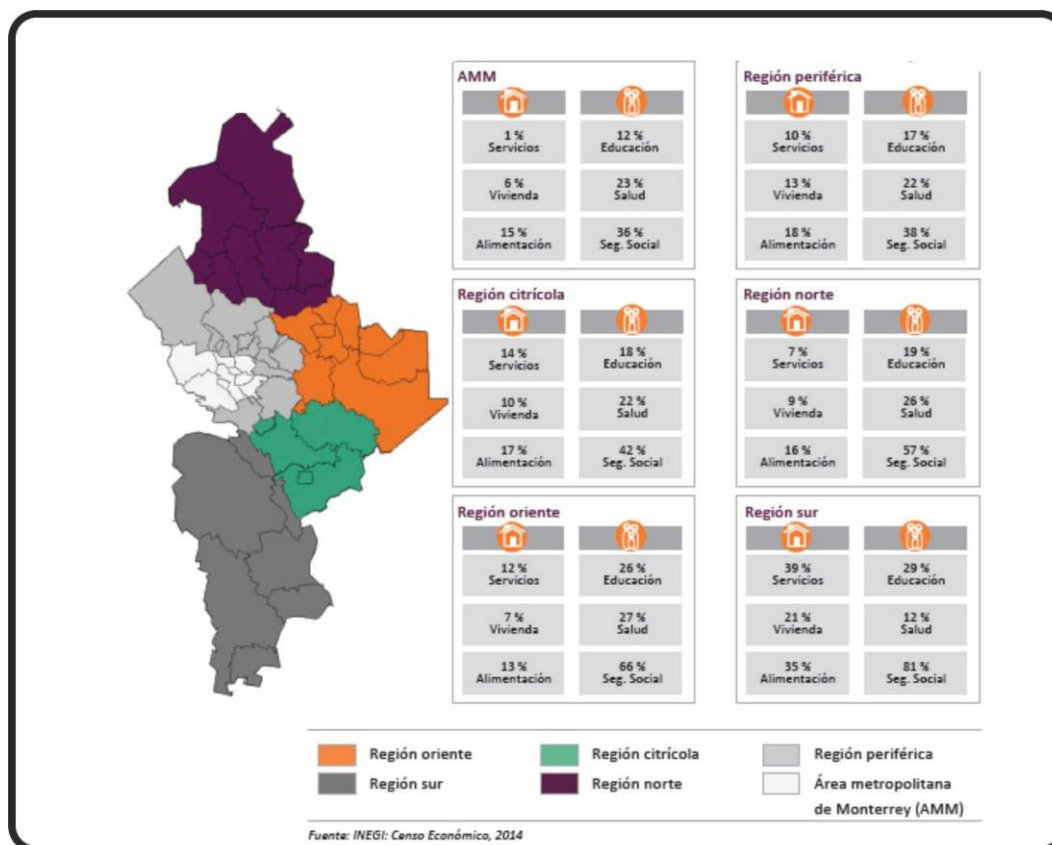


Figura 9. Población con carencias por zona. Fuente: INEGI 2014

2.6.5 Jóvenes de Nuevo León

Al revisar los grupos vulnerables en Nuevo León, se presenta la situación de los jóvenes:

En Nuevo León, aproximadamente el 26 % de la población entre 12 y 29 años no estudia ni trabaja; se trata de jóvenes que no asisten a la escuela ni desarrollan actividades para generar oferta de bienes y servicios. Este es el caso para el 22 % de los jóvenes del país. Algunas de las causas más comunes por las que se presenta esta situación en este segmento de la población corresponden a la falta de recursos económicos para seguir estudiando, el difícil acceso tanto a

infraestructura académica como a oportunidades laborales y el embarazo en edad adolescente.

De no ser atendida esta problemática, podría desencadenar problemas sociales a corto plazo y efectos en el desarrollo económico a largo plazo. En el corto plazo, existe una relación entre la población de ninis y crímenes relacionados al narcotráfico, encontrándose Durango, Sinaloa, Chihuahua y Nuevo León entre los estados con mayor riesgo. A largo plazo, el grado de educación alcanzado afecta significativamente el nivel de ingreso esperado, siendo que el promedio de ingresos de la población con secundaria terminada es de \$5,000 pesos mensuales; con preparatoria terminada, \$7,000; y con licenciatura, \$11,000”. Consejo Nuevo León para la Planeación Estratégica (2016)

Con la información anterior, se observa la problemática que enfrentan los niños y jóvenes que habitan en los polígonos de pobreza en el Área Metropolitana de Monterrey. Que una cuarta parte de nuestros jóvenes no estén estudiando ni generando un ingreso, tiene consecuencias en inseguridad y violencia en nuestra región. Inducir a los niños y jóvenes a las tecnologías de fabricación a digital, puede ser parte de una solución más integral de este problema social, al ofrecerles una opción para incorporarse a un mundo laboral cada vez más orientado al uso de recursos digitales.

2.7 Plan y Programa de Estudios de Educación Básica 2011

El Plan y Programas de Estudios es de aplicación obligatoria, esto lo señala la Ley General de Educación (1993), que es la ley que regula la educación que

imparte el estado, es decir: toda la educación pública que incluye preescolar, primaria y secundaria.

Artículo 48.- La Secretaría determinará los planes y programas de estudio, aplicables y obligatorios en toda la República Mexicana, de la educación preescolar, la primaria, la secundaria...



Figura 10. Plan y Programa de Estudio 2011. Fuente: SEP 2011

Es necesario señalar lo complicado que es manejar el Plan y Programas de Estudios para primaria y secundaria. De hecho los docentes de primaria se “especializan” en un grado y los de secundaria en una materia, para alguien externo a la cultura de la educación básica es un reto intimidante.

El Plan de Estudios para la educación primaria es un documento de 96 páginas, que incluye además un libro por cada grado escolar, llamados

Programa de Estudios 2011 - Guía del Maestro, que suman 2,925 páginas en la versión digital que se encuentra en el sitio oficial de la Secretaría de Educación Pública del gobierno federal. A esto se agregan los 43 libros de texto para los alumnos de los seis grados, seis libros de matemáticas y uno de español para los docentes. Al revisar este complejo aspecto se hizo evidente la necesidad de contar con la asesoría permanente de docentes de primaria para el diseño de la propuesta final. SEP (2011)

HABILIDADES DIGITALES	ESTÁNDARES CURRICULARES ¹	1 ^{er} PERIODO ESCOLAR			2 ^o PERIODO ESCOLAR			3 ^{er} PERIODO ESCOLAR			4 ^o PERIODO ESCOLAR			
	CAMPOS DE FORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA	Preescolar			Primaria						Secundaria			
		1°	2°	3°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°	
	LENGUAJE Y COMUNICACIÓN	Lenguaje y comunicación			Español						Español I, II y III			
				Segunda Lengua: Inglés ²	Segunda Lengua: Inglés ²						Segunda Lengua: Inglés I, II y III ²			
	PENSAMIENTO MATEMÁTICO	Pensamiento matemático			Matemáticas						Matemáticas I, II y III			
	EXPLORACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL Y SOCIAL	Exploración y conocimiento del mundo			Exploración de la Naturaleza y la Sociedad	Ciencias Naturales ³						Ciencias I (énfasis en Biología)	Ciencias II (énfasis en Física)	Ciencias III (énfasis en Química)
		Desarrollo físico y salud	La Entidad donde Vivo						Geografía ³		Tecnología I, II y III			
									Historia ³		Geografía de México y del Mundo	Historia I y II		
											Asignatura Estatal	Formación Cívica y Ética I y II		
DESARROLLO PERSONAL Y PARA LA CONVIVENCIA	Desarrollo personal y social	Formación Cívica y Ética ⁴						Tutoría						
		Educación Física ⁴						Educación Física I, II y III						
		Educación Artística ⁴						Artes I, II y III (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)						

Figura 11. Mapa Curricular Educación Básica. Plan de Estudio 2011. Fuente: SEP 2011

El Plan 2011 define el tipo de alumno que se espera formar en el transcurso de la escolaridad básica y tiene un papel preponderante en el proceso de articulación de los tres niveles (preescolar, primaria y secundaria). Se expresa en término de rasgos individuales.

Su propósito es definir el tipo de ciudadano que se espera formar a lo largo de la educación básica. Así pues, constituye un referente común para definir los componentes curriculares y un indicador para valorar la eficacia del proceso educativo.

2.7.1 Principios pedagógicos

Estos dan sustento al Plan 2011, ya que se reconocen como condiciones esenciales para la implementación del currículo, la transformación de la práctica docente, el logro de los aprendizajes y la mejora de la calidad educativa. Así pues, sirven como guía para la práctica docente diaria, en cuanto a los estilos y roles de enseñanza esperados.

- Centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizajes. Desde edad temprana se requiere generar la disposición y la capacidad del estudiante de continuar aprendiendo a lo largo de la vida.
- Planificar para potenciar el aprendizaje. La planificación es un elemento sustantivo de la práctica docente para potenciar el aprendizaje de los estudiantes hacia el desarrollo de competencias. Las actividades deben

representar desafíos intelectuales, con la finalidad de que formulen alternativas de solución.

Para diseñar una planificación se requiere:

- Reconocer lo que aprenden los estudiantes a lo largo de la vida.
- Seleccionar estrategias didácticas que propicien la movilización de saberes.
- Reconocer los aprendizajes esperados.
- Generar ambientes de aprendizaje colaborativos.
- Considerar evidencias de desempeño que brinden información al docente.
- Generar ambientes de aprendizajes.

Se denomina ambiente de aprendizaje al espacio de donde se desarrolla la comunicación y las interacciones que posibilitan el aprendizaje.

- Trabajar en colaboración para construir el aprendizaje.
- El trabajo colaborativo alude a estudiantes y maestros y orienta las acciones para el descubrimiento, la búsqueda de soluciones, coincidencias y diferencias, con el propósito de construir aprendizajes en colectivo.
- Poner énfasis en el desarrollo de competencias, el logro de los estándares curriculares y los aprendizajes esperados.
- Los estándares curriculares son descripciones de logros y definen aquello que los alumnos demostraran al concluir un periodo escolar. Así también, sintetizan los aprendizajes esperados que, en los programas de educación primaria y secundaria, se organizan por asignatura, grado y

bloque; mientras que por campo formativo y aspecto en educación preescolar. Dichos estándares son equiparables con estándares internacionales.

Los estándares curriculares se organizan en cuatro periodos escolares de tres grados cada uno. Tales cortes corresponden, de manera aproximada y progresiva, a ciertos rasgos o características clave del desarrollo cognitivo de los estudiantes. Es por ello que se usan como referente para diseñar instrumentos de evaluación externa, dirigidos a los alumnos.

- Los aprendizajes esperados son indicadores de logro que en término de la temporalidad establecida en los programas definen lo que se espera de cada uno, en términos de saber, saber hacer, y saber ser. Además le dan concreción al trabajo docente, al hacer constatable lo que los estudiantes logran y constituyen un referente para la planificación y la evaluación en el aula.

Los aprendizajes esperados vuelven operativa la visión del Plan 2011, dado que permiten comprender la relación multidimensional del mapa curricular y articulan el sentido de logro educativo como expresiones del crecimiento y del desarrollo de la persona, como ente productivo y determinante del sistema social y humano.

Para diseñar una planificación se requiere:

- Reconocer lo que aprenden los estudiantes a lo largo de la vida.
- Seleccionar estrategias didácticas que propicien la movilización de saberes.
- Reconocer los aprendizajes esperados.

- Atender a los niños con aptitudes sobresalientes.
- A la educación básica le corresponde crear escenarios basados en los derechos humanos y el respeto a la dignidad humana.
- Incorporar temas de relevancia social.
- Favorecen aprendizajes relacionados con los valores y aptitudes.
- Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia, y la escuela.
- Es conveniente que las normas del salón de clases y de la escuela se revisen periódicamente.

2.8 Políticas de la SEP sobre cultura digital

Un aspecto relevante y que en ciertos momentos generaba inquietud era: ¿Qué tanta coincidencia hay en las políticas educativas de la Secretaría de Educación Pública con la propuesta de difusión de la cultura de fabricación digital en escuelas de educación básica? ¿Qué tan compatible puede ser la propuesta de la presente tesis con las políticas y prácticas de la educación básica? Para responder a esta cuestión se revisó el desarrollo de las políticas estatales sobre cultura digital, especialmente en documentos oficiales del gobierno federal de México.

Una completa panorámica sobre el tema se localizó en el documento “Programa @prende 2.0 Programa de Inclusión Digital 2016 – 2017” SEP (2016) En este documento se realiza una recuperación conceptual de las distintas acciones del gobierno federal para impulsar lo que hoy podemos llamar una cultura digital.

A continuación, se transcribe una versión condensada sobre los antecedentes de la cultura digital en la educación básica.

2.8.1 Red Escolar

Red Escolar funcionó de 1997 a 2004. Se diseñó para el sector de educación básica orientado a “promover la investigación y la colaboración entre el alumnado y el personal docente”. Su meta era dotar a cada escuela de un espacio equipado con computadora, servidor, discos compactos de consulta, internet vía telefónica y equipo para recepción de TV educativa. SEP (2016) p.31

2.8.2 Enciclomedia.

Arranca en 2004, orientado a los docentes. Su estrategia se centró en la digitalización de los libros de texto y el uso de multimedia, no requería conectividad a internet ya que la información se enviaba vía discos compactos, incluía computadora para uso en el aula, proyector y pizarrón electrónico, los equipos se ubican en las aulas de 5° y 6°. SEP (2016) p.32

2.8.3 Habilidades digitales para todos

En 2009, el programa Habilidades digitales para todos (HDT) inició para darle continuidad a Enciclomedia, “incorporando pequeñas piezas de software interactivo que planteaba actividades de aprendizaje (Objetos de Aprendizaje, ODA)”. Despliega se esfuerza en promover el uso de las TIC, se plantea el

concepto de aula telemática con computadoras de escritorio precargadas con materiales educativos, intenta el inicio de comunidades colaborativas y abre el tema de la conectividad de forma limitada, en la escuela secundaria arranca la política de un equipo por alumno. SEP (2016) p.33

2.8.4 Mi Compu.Mx.

A partir del ciclo escolar 2013-2014, el programa Mi Compu.Mx, introduce la política de reducir las brechas digitales y sociales, aplicó la política de un equipo por alumno, distribuyendo 240,000 equipos en tres entidades del país a alumnos de 5° y 6° así como a supervisores, directores y docentes. El tema de la inclusión digital del alumnado y sus familias, la falta conectividad y soporte técnico surgen como temas importantes a partir de este programa. SEP (2016) p.34

2.8.5 Programa Piloto de Inclusión Digital (PPID)

De 2013 a 2015, la Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN) aplicó el Programa Piloto de Inclusión Digital (PPID), con el propósito de identificar elementos indispensables para el diseño de una política pública de adopción y uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje. “La industria de la tecnología y educación donaron soluciones para crear un ecosistema viable y escalable a nivel nacional para el aprovechamiento de los dispositivos (infraestructura, capacitación, acompañamiento a docentes y contenidos digitales)”. Su aplicación fue limitada a menos de 100 escuelas en cuatro entidades del país. SEP (2016) p.35

2.8.6 Programa @prende

En el ciclo escolar 2014-2015, arrancó el Programa @prende, orientado a atender la brecha digital, incluyendo el Programa de Inclusión y Alfabetización Digital (PIAD) y el Programa de Inclusión Digital (PID). Trabajó con los problemas técnicos y de formación docente enfatizando el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entregó más de 2 millones de dispositivos electrónicos a alumnos, directivos y docentes. Trabajó con el problema de la conectividad, la formación docente y el uso de los dispositivos dentro y fuera del aula. SEP (2016) p.38

2.8.7 Aprende 2.0

Seis programas entre 1997 y 2015 anteceden a la estrategia Aprende 2.0, vigente en el gobierno federal hasta noviembre de 2018. Aprende 2.0 busca

promover el desarrollo de habilidades digitales y el pensamiento computacional de manera transversal al currículum de acuerdo con el contexto y nivel de desempeño que permitan la inserción efectiva de las niñas y los niños en México en la sociedad productiva y democrática del siglo 21. SEP (2016) p.42

Se propone el desarrollo de nueve habilidades digitales para el siglo 21, de las que se transcriben tres: Comunicación, colaboración y uso de tecnología. En la primera se enfatiza

Comunicación: La habilidad para utilizar medios y entornos digitales que faciliten la comunicación y el trabajo colaborativo, incluso a distancia; que promuevan el aprendizaje individual y

contribuyan al aprendizaje de otros. Esta habilidad implica que el alumnado y docentes puedan: Diseñar y generar nuevos productos en un ambiente digital en función de una audiencia específica y con una finalidad definida. Transmitir información considerando un objetivo y una audiencia específicos SEP (2016) p.43

Sobre *colaboración* el documento señala:

La capacidad para trabajar en grupo a fin de conseguir un objetivo común. Esta habilidad permite a las alumnas, alumnos y personal docente: Trabajar de manera conjunta. Compartir una responsabilidad al realizar el trabajo. Tomar decisiones significativas entre todos. Realizar el trabajo de manera interdependiente. SEP (2016) p.43

El uso de *la tecnología* lo explica de la siguiente manera:

La capacidad de usar herramientas tecnológicas tales como hardware, software, internet y elementos periféricos para comunicarse, colaborar, solucionar problemas y realizar tareas. Esta habilidad permite a los estudiantes y personal docente: Utilizar funciones básicas de dispositivos y de sistemas operativos. Conocer y aplicar normas básicas de cuidado y seguridad en el uso de los dispositivos. Identificar y resolver problemas básicos de hardware, software y redes. Dominar aplicaciones de uso más extendido que tienen que ver con software educativo y herramientas de productividad. Utilizar las funciones básicas de

herramientas de comunicación a través de internet. SEP (2016)

p.43

Prácticamente, 20 años de políticas y programas para la difusión, implantación y aplicación de la cultura digital en la educación básica en México. Sin embargo, se orienta principalmente al aspecto de la comunicación e información.

Los programas y documentos del gobierno federal reflejan una evidente preocupación por impulsar una cultura digital, reconocen el valor de este tipo de formación y se trazan algunas líneas de acción desde la capacitación de docentes, el equipamiento de las escuelas y el valor de la cultura digital en el mundo laboral. El uso de conceptos como sociedad del conocimiento, analfabetismo digital, formación permanente, conectividad, colaboración y uso de la tecnología, por lo menos hacen evidente que el tema de la cultura digital no es ajeno al discurso del gobierno federal. Sin embargo, lo reducen a tecnologías de la información y la comunicación, a saber, utilizar computadoras, tener acceso a las telecomunicaciones informáticas y usar la red para intercambiar y genera ideas y cultura, lo cual es una gran tarea por hacer, dejando de lado el uso de las nuevas tecnologías digitales.

CAPÍTULO 3

Metodología

Se inició el proyecto de investigación con preguntas e inquietudes, con dudas acerca de la mejor manera de involucrar a un grupo de niños y jóvenes ubicados en zonas marginadas del Área Metropolitana de Monterrey en el conocimiento y uso de las tecnologías de fabricación digital, especialmente en las que se utilizan en el Fab Lab UANL.

Al iniciar el trabajo de campo de inmediato se identificó la necesidad de realizar actividades de observación en el proceso de inducción, entrevistas con alumnos y docentes, registro de las entrevistas informales con directores y docentes sugerencias y hasta la aplicación de cuestionarios a alumnos, docentes y padres; bajo esta circunstancia se tomó la decisión de revisar el enfoque metodológico, buscando un fundamento a las actividades a desarrollar.



Figura 12. Esquema del enfoque metodológico. Fuente: Elaboración propia

3.1 Métodos Mixtos de Investigación

Se consideró que el abordaje desde los métodos mixtos era los más adecuado a las necesidades del presente proyecto. Ante los múltiples retos e interrogantes surgidos en el trabajo de campo, se tomó la decisión de revisar nuevamente la literatura sobre metodología de investigación, especialmente la relacionadas con los métodos mixtos de investigación, donde se encontró una rica y diversa discusión en torno al tema; desde la propia denominación del tema se puede advertir la multitud de formas de abordarlo, Hernández, Fernández y Baptista (2014) citan diversos nombres e investigadores

“tales como investigación integrativa (Johnson y Onwuegbuzie, 2004), investigación multimétodos (Hunter y Brewer, 2003; Morse, 2003), métodos múltiples (M. L. Smith, 2006; citado por Johnson, Onwuegbuzie y Turner, 2006), estudios de triangulación (Sandelowski, 2003), e investigación mixta (Tashakkori y Teddlie, 2009; Plano y Creswell, 2008; Bergman, 2008; y Hernández Sampieri y Mendoza, 2010).”

Núñez (2017) establece que las primeras formalizaciones de métodos mixtos surgen después de los años 50 a partir del concepto de triangulación visto como una operación múltiple, convirtiéndose en una idea central de la discusión científico-metodológica de las siguientes décadas. (Campbell y Fiske (1959) citado en Núñez, 2017)

Díaz López (2014) les denomina Mixed Methods Research (MMR) y explica que es una propuesta en proceso de construcción y consolidación surgida en los últimos años del siglo 20 y primeros del 21. También explica que esta opción no es un reemplazo de los paradigmas cuantitativo y cualitativo, lo que busca es

“...conjugar y potenciar las fortalezas de los dos enfoques y atenuar sus debilidades; y, en tercer lugar, que ofrecen la posibilidad de lograr una mejor comprensión del problema, más allá de lo que podría ser hallado y explicado en el marco de un solo paradigma” Díaz López (2014).

3.1.1 Definición de métodos mixtos

Se ubicaron diversas definiciones de métodos mixtos, una de las más recurrentes y reconocidas es la de Tashakkori y Creswell (2007) quienes la

describen como aquella investigación en la cual se recuperan y analizan datos, se integran los resultados y establecen inferencias utilizando métodos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación.

Creswell y Plano Clark (2007) definen la investigación mixta como aquella que se centra en recoger, analizar e integrar datos cuantitativos y cualitativos dentro de una misma investigación.

Johnson, Onwuegbuzie y Turner (2007) después de analizar 19 diferentes definiciones proponen que la investigación basada en métodos mixtos es aquella que combina elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa con el propósito de una comprensión profunda y corroboración.

Moos (1996 citada en Núñez, 2017) establece el origen de los métodos mixtos como una forma de retroalimentación o complementariedad esto es la posibilidad de permitir un nivel de comprensión del objeto a investigar más cercana a la complejidad del propio fenómeno.

En la revisión de la literatura sobre métodos mixtos y en un intento de simplificar la rica y densa discusión en torno a esta opción, se identificaron tres conceptos que dan fundamento y sentido a la misma.

3.1.2 Pragmatismo

En la discusión de los métodos mixtos se observan distintas posiciones, por ejemplo, Hernández et al., (2014) presentan al pragmatismo como el fundamento, donde lo que importa es encontrar lo que funciona, lo que resuelve, lo que ofrece respuestas, remitiéndose a Dewey, James. Peirce y

Popper. Esto es, dar legitimidad de uso a las distintas opciones y enfoques, antes que limitarlas a priori.

El pragmatismo defiende el uso de múltiples aproximaciones, tratando de utilizar “lo que funciona” para tratar de contestar a las cuestiones de investigación planteadas. Además, rechaza la idea de tener que elegir de forma forzada entre diferentes paradigmas y entre diferentes métodos. Por lo tanto, un principio fundamental del pragmatismo es que los métodos cuantitativos y cualitativos son compatibles, es decir, se pueden utilizar conjuntamente en un mismo estudio. La investigación híbrida no solo rechaza la idea de tener que elegir entre métodos cuantitativos y cualitativos, sino que defiende los beneficios y las ventajas de integrar y combinar ambos tipos de métodos.

3.1.3 Complementariedad

Por su parte Blanco, N. y Pirela, J. (2016) recuperan el concepto de complementariedad, principio de naturaleza epistemológica, propuesto por el físico Niels Bohr (1958) quien, al encontrar explicaciones opuestas en algunos fenómenos físicos, expresa que ciertas propiedades de los fenómenos no pueden ser observadas al mismo tiempo, pero pueden complementarse aún a pesar de ser inicialmente contradictorias. Para ampliar y redondear el concepto de complementariedad Strathern (1999 citado en Blanco 2016) señala que las evidencias que se obtienen bajo diferentes condiciones deben considerarse complementarias, ya que sólo la totalidad de los fenómenos agota la información posible del objeto. En esencia, este principio plantea la necesidad

de trabajar con visiones complementarias, pues ambas imágenes son primordiales para una explicación completa de la misma realidad.

Strobl (1968) añade que el concepto de complementariedad de Bohr ofrece la posibilidad de unidad interna al quehacer científico, además de promover un estilo de pensamiento flexible, meditativo, conciliador que requiere el diálogo y trabajo en equipo.

Para concluir los argumentos en torno al concepto de complementariedad Blanco, N. y Pirela, J. (2016) recuperan un planteamiento de Morin (2005) que expresa “la necesidad de superar la forma de organizar el conocimiento de una manera simple para poder aprehender la complejidad de lo real y así integrar los modos simplificadores de pensar”.

3.1.4 Triangulación

Otro concepto en el fundamento de los métodos mixtos es el de triangulación, el concepto según Navarro, Pasadas y Ruiz (2004) viene de áreas del conocimiento diferentes al de la investigación en ciencias sociales, como la navegación, topografía y las técnicas militares. En todos estos ámbitos, el término triangulación adquiere un mismo significado: la utilización de múltiples puntos de referencia para localizar la posición exacta de un objeto en el espacio, de tal forma que se lograría una mayor precisión que la alcanzada mediante la aplicación de un único punto de referencia.

Denzin (1970 citado en Arias, 2000) define la triangulación en investigación como “la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos o métodos de investigación en el estudio de un fenómeno singular”.

Según Arias (2000) en la estrategia de combinación se puede hablar de:

1. Triangulación de fuentes de datos que consiste en la consideración del punto de vista de los distintos grupos que conforman la realidad objeto de estudio.
2. Triangulación de investigador que supone la participación de varios investigadores en el proceso y cuyo objetivo es compensar el sesgo potencial derivado del análisis de los datos desde una única perspectiva.
3. Triangulación teórica aplicando en la investigación las distintas teorías existentes sobre un tema con el objeto de encontrar los aspectos complementarios aplicables al tema de investigación que aportan las distintas perspectivas.
4. Finalmente, la triangulación metodológica consiste en la combinación de varios métodos de recogida y análisis de datos para acercarse a la realidad investigada. Denzin se refiere a la combinación de estos tipos de triangulación como triangulación múltiple.

Alzás y Casa (2017) señalan que “la triangulación de datos es la más utilizada en la investigación social y su aplicación requiere de la obtención de información sobre el objeto de investigación, mediante diversas fuentes que permitan contrastar los datos recogidos”.

El enfoque metodológico de los métodos mixtos se considera que es la opción que permite en el presente trabajo utilizar datos de distinto origen, aunque todos relacionados con la tarea de llevar las tecnologías de fabricación digital a alumnos de educación básica.

3.2 Estudios exploratorios

De acuerdo con Hernández et al., (2014) los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

Señala Hernández et al., (2014)

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.

Los estudios de esta naturaleza no son un fin en sí mismos, tienden a identificar tendencias más específicas para estudios posteriores con un mayor rigor, según Hernández et al., (2014) “se caracterizan por ser más flexibles en su método en comparación con otros enfoques”.

Por otra parte, Cazau, (2006) señala

Que el objetivo de una investigación exploratoria es examinar o explorar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado nunca. Por lo tanto, sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, poco estudiados o novedosos, permitiendo identificar conceptos o variables promisorias, e incluso identificar relaciones potenciales entre ellas. Además, permite conocer y ampliar el conocimiento sobre un fenómeno para precisar mejor el problema a investigar.

Una definición interesante adecuada al presente trabajo es la de Teijlingen y Hundley (2001 citado en Muñoz, 2011) dice que

Un estudio exploratorio es una pequeña versión de una investigación mayor, es un estudio de menor escala que permite evidenciar cuestiones de orden metodológico, descubrir posibles problemas técnicos, éticos, logísticos, y además, mostrar la viabilidad y coherencia de los instrumentos y técnicas a utilizar antes de iniciar la recolección de información para la investigación.

Este es el enfoque metodológico más general que se consideró como idóneo para la presente investigación, considerando sobre todo aspectos como la ausencia de estudios similares y la escala del estudio a desarrollar.

3.3 Muestreo por conveniencia

Canal (2006) al presentar una clasificación de los tipos de muestreo no probabilístico señala que:

Los procedimientos no probabilísticos son aquellos en los que no conocemos la probabilidad de que un elemento de la población pase a formar parte de la muestra ya que la selección de los elementos muestrales depende en gran medida del criterio o juicio del investigador. La muestra, en este caso, se selecciona mediante procedimientos no aleatorios. Los métodos anteriores (probabilísticos) no son mejores que los no probabilísticos, sino que simplemente nos permiten calcular el error muestral que se está cometiendo.

Más adelante, Canal (2006) explica que en el muestreo de conveniencia: “El investigador decide qué individuos de la población pasan a formar parte de la muestra en función de la disponibilidad de los mismos (proximidad con el investigador, amistad, etc.)”.

Sobre el muestreo discrecional explica que la selección de los individuos de la muestra es realizada por un experto que indica al investigador qué individuos de la población son los que más pueden contribuir al estudio. Este muestreo es adecuado si dentro de la población que queremos estudiar, existen individuos que no queremos que se nos escapen por utilizar un método totalmente aleatorio o de conveniencia

3.4 Población y muestra

Según Hernández et al., (2014) la población “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Inicialmente La población en el presente estudio se constituye por niños y jóvenes que cursan la educación primaria y secundaria, 5° y 6° de primaria y/o 2° y 3° de

secundaria, en las escuelas públicas ubicadas en el polígono de pobreza 51 del Área Metropolitana de Monterrey.

En el presente estudio se trabajó con una muestra por conveniencia, constituida por alumnos de educación básica que participen voluntariamente en la experiencia de inducción a las tecnologías de fabricación digital, que incluye actividades en las escuelas primarias y secundarias y en el espacio del Fab Lab UANL.

La ventaja de tomar a los estudiantes de una escuela es la facilidad de contactar con ellos directamente apoyados en las instituciones y en un ambiente educativo regulado.

La muestra inicial estaba constituida por alumnos de 2 escuelas primarias y 2 escuelas secundarias; por cuestión de recursos y logística (como se explica en el Capítulo 4) se redujo a los alumnos de 5° y 6° de una escuela primaria. 72 alumnos en total , 28 de 5° y 44 de 6°; esto en el caso de la experiencia de inducción.

Para el caso de los cuestionarios de habilidades digitales, se trabajó con una muestra, también por conveniencia, que se integró con 107 alumnos de 5° y 6° y con 35 docentes de 5 escuelas primarias ubicadas en el Polígono 51.

En el caso de los entrevistas semiestructuradas se trabajo con 5 supervisores/ inspectores, 17 directores de escuela primaria y secundaria y 26 docentes de ambos niveles educativos, todos los anteriores ubicados en zonas escolares ubicadas en el Polígono 51.

3.5 Instrumentos

Los principales instrumentos requeridos para el desarrollo del proyecto fueron la entrevista, el cuestionario y diario de campo o bitácora.

3.5.1 Entrevista

Se encontró una extensa bibliografía sobre la técnica de la entrevista, a continuación, se consignan los elementos más destacados. Meneses y Rodríguez (2011) señalaron que en lo básico una entrevista en el ámbito de la investigación “consiste en un intercambio oral entre dos o más personas con el propósito de alcanzar una mayor comprensión del objeto de estudio, desde la perspectiva de la/s persona/s entrevistada/s”. A partir del trabajo de Gilham (2005); Manson(2002) y Riba(2009), citados en Meneses y Rodríguez (2011) se construye una lista de los ocho principales rasgos de la entrevista de los cuales se transcriben los siguientes:

- supone una dinámica interactiva en la que, básicamente, el entrevistador pregunta y el entrevistado responde, posibilitando cierto grado de "reajuste" (clarificación y exploración) en las preguntas y respuestas, ya sea cara a cara, telefónicamente o en línea;
- siguen un estilo relativamente informal, que podría definirse como una “conversación con propósito explícito”;
- las preguntas o temas tratados en la entrevista son abiertos, de modo que el entrevistado pueda ofrecer una respuesta propia;
- el entrevistador registra en diversos soportes la información obtenida durante la entrevista.

Desde otra visión Troncoso y Amaya (2017) señalaron respecto a la entrevista que “dentro del quehacer cualitativo es una herramienta eficaz para desentrañar significaciones, las cuales fueron elaboradas por los sujetos mediante sus discursos, relatos y experiencias”. Agregando otra característica de este instrumento “es capaz de profundizar en aspectos que otros instrumentos no logran”.

Otro aspecto es la clasificación de la entrevista, donde Díaz, Torruco, Martínez y Varela (2013) explicaron que por el tipo de planeación se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Entrevistas estructuradas o enfocadas: las preguntas se fijan de antemano, con un determinado orden y contiene un conjunto de categorías u opciones para que el sujeto elija. Se aplica en forma rígida a todos los sujetos del estudio. Tiene la ventaja de la sistematización, la cual facilita la clasificación y análisis, asimismo, presenta una alta objetividad y confiabilidad. Su desventaja es la falta de flexibilidad que conlleva la falta de adaptación al sujeto que se entrevista y una menor profundidad en el análisis.
- Entrevistas semiestructuradas: presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos.

- Entrevistas no estructuradas: son más informales, más flexibles y se planean de manera tal, que pueden adaptarse a los sujetos y a las condiciones. Los sujetos tienen la libertad de ir más allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original. Su desventaja es que puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación.

Habitualmente la información que se trata de obtener con estas técnicas tiene que ver con aspectos profesionales, personales o sociales de las personas que forman parte de la investigación, que se concreta en dos tipos fundamentales de datos: 1. Aquellos relacionados con características sociodemográficas como la edad, niveles académicos o profesionales, sexo, etc., y 2. opiniones, actitudes, intereses, motivaciones, intenciones, deseos o conductas, personales de los sujetos que responden, que es la información que realmente necesita el investigador.

Además del sentido y propósito del uso de la entrevista, los autores revisados Troncoso y Amaya (2017), Hernández, Fernández y Baptista (2006) y Díaz, L. Torruco, U. Martínez, M. y Varela, M. (2013) detallan los elementos técnicos como la construcción de un protocolo para formalizar la actividad, lugar de la entrevista, presentación del entrevistador, lectura y firma del consentimiento, inicio, registro finalización.

Vargas (2012) propone otro tipo de factores a considerar en la entrevista: “acceder al escenario, comprender el lenguaje y la cultura de los entrevistados, decidir cómo se va a llevar a cabo la presentación del entrevistado, localizar al informante, obtener confianza, establecer relación y recolectar información empírica”.

En el presente estudio se trabajó principalmente con entrevistas semiestructuradas, aprovechando su flexibilidad y permitiendo adaptarlas al tiempo y circunstancias de los supervisores, directores y docentes; siempre con el propósito de comprender una cultura tan particular como es el de la educación básica y sus actores.

3.5.2 Cuestionario

Sobre la definición de cuestionario el INEGI (2013) explicó que es un tipo de instrumento de captación que presenta preguntas y/o enunciados dirigidos a los informantes, para obtener datos específicos acerca de las variables que serán objeto de captación.

El cuestionario es uno de los instrumentos más utilizados para la recogida de datos; Brace (2013 citado en Hernández et al.,2014) señala que un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis.

De acuerdo con Sierra (2001) el propósito de un cuestionario es:

obtener de manera sistemática y ordenada, información de la población investigada sobre las variables objeto de la investigación. Esta información generalmente se refiere a lo que las personas encuestadas son, hacen, opinan, piensan, sienten, esperan, quieren o desprecian, aprueban o desaprueban, o a los motivos de sus actos, opiniones y actitudes.

En relación la construcción del instrumento Hernández et al., (2014) señalaron que los cuestionarios por lo general contienen dos tipos de preguntas: abiertas y cerradas; las primeras pueden contener un número de categorías de respuesta prácticamente infinito y en las cerradas sólo categorías prefijadas por el investigador, pueden ser una, dos o múltiples opciones.

Además, se incluyen elementos como la estructura del cuestionario, extensión del mismo, cantidad de preguntas por cada variable, codificación, características de las preguntas, contextos de aplicación Hernández et al., (2014)

Un aspecto relevante para la presente investigación es la proposición de Fábregues, Meneses, Rodríguez y Paré (2016) quienes explicaron que “la administración de un cuestionario puede adoptar el nombre de **sondeo**, donde generalmente se lleva a cabo todo el proceso establecido según la metodología de encuestas, pero con una muestra no representativa de la población”.

Producto de las entrevistas con inspectores, directores y docentes (como recurso para iniciar la entrevista informal se mostraba un video explicando las tecnologías de fabricación digital) surge la necesidad de trabajar sobre lo que conocen y saben hacer los docentes y alumnos en la cultura digital.

Para desarrollar el tema se acudió con el Maestro Renato Ramos, catedrático de la Escuela de Ciencias de la Educación (institución del gobierno estatal que ofrece estudios de posgrado a docentes de educación básica) con quién se trabajó para adaptar, diseñar, probar y aplicar un par de cuestionarios, uno para alumnos y otro para docentes. Esta colaboración fue posible por la intermediación de dos docentes de primaria que a su vez eran alumnos del

Mtro. Ramos en la maestría en psicopedagogía y realizaban indagaciones iniciales en torno al tema de habilidades digitales en la escuela primaria.

Para el propósito de identificar las habilidades digitales de alumnos y docentes de educación primaria, primero se realizó una revisión de trabajos previos y reportes de investigación, es importante aclarar que los dos instrumentos aplicados son una adaptación de lo que se encontró en la revisión de la literatura disponible. Entre los materiales más relevantes se ubicaron los siguientes: Chávez, Cantú y Rodríguez (2016). Glasserman y Manzano (2016). Pérez y Rodríguez (2016). Pérez, Castro y Fandos (2016). San Nicolás, Vargas y Area (2012). Veytia (2014). COBADI 2013. Sandoval, E. (2012). Kriscautzky, M y Cabrera, I (2015). Esteve, F. y Gisbert, M. (2013).

El cuestionario para alumnos (ver Apéndice B) se integró con 29 ítems, tres de ellos eran de datos generales: edad, sexo y grado escolar, 17 ítems dicotómicos con respuesta de Sí y No, y nueve preguntas con tres opciones de respuesta: Nada, Poco y Mucho.

Se eligió una estructura para el cuestionario que fuera fácil y rápida de contestar; se realizó un cuestionario inicial, el cual se aplicó a dos alumnos: uno de 5° y otro de 6°; se efectuaron ajustes, especialmente a la redacción de ítems y cantidad de preguntas. Posteriormente se aplicó a un grupo de 15 alumnos de sexto grado en una escuela primaria, afinando detalles y finalmente se aplicó en cinco escuelas primarias de una zona escolar ubicada en el Polígono 51 a un total de 107 alumnos de 5° y 6°.

El cuestionario para docentes (ver Apéndice B) se integró con 36 preguntas; tres de datos generales: años de servicios, grado máximo de estudios y grado escolar que atiende y 33 ítems con una escala Likert que ofrecía cinco opciones: Nada, Poco, Algo, Bastante y Mucho, todos los ítems en relación con su experiencia con la cultura digital.

Se diseñó un primer cuestionario relativamente extenso, aplicándose a un grupo de ocho docentes, al finalizar se realizó una entrevista grupal, donde se eliminaron ítems y se ajustó la redacción. posteriormente se aplicó a docentes de de cinco escuelas primarias ubicadas en el Polígono 51, con la participación de 35 docentes.

3.5.3 Bitácora o diario de campo

Hernández et al., (2014) explican que el diario de campo o bitácora es “una especie de diario personal”. Monistrol (2007) agrega “es el instrumento de registro de datos del investigador de campo, donde se anotan las observaciones (notas de campo) de forma completa, precisa y detallada” y la considera una herramienta útil para el desarrollo de una investigación.

De acuerdo con Monistrol (2007) un diario de campo puede incluir distintos aspectos de una investigación.

...percepciones, intuiciones y sentimientos del investigador, dificultades y puntos fuertes del estudio, estrategias fallidas y efectivas, cambios en los guiones, resolución de conflictos etc. Puede utilizarse como un elemento más de análisis y de rigor de la propia investigación.

A los anteriores elementos Hernández et al., (2014) agregan las descripciones de ambiente y contexto, mapas, diagramas, cuadros y esquemas, listados de objetos y artefactos.

Otros autores como Bonilla y Rodríguez (1997) señalan que en diario de campo “se toma nota de aspectos que considere importantes para organizar, analizar e interpretar la información que está recogiendo”.

Blancas, Ramírez, Cervantes y Castillo (2009) explican que la noción de bitácora proviene de la náutica, donde el registro de acontecimientos e incidentes quedaba registrado precisamente en la bitácora de manera cronológica y sucesiva.

Estas definiciones y conceptos sobre diario de campo, bitácora, registro y otros medios, deben leerse a la luz de los actuales sistemas de registro digital donde texto, imagen, sonido y video forman parte de los recursos para integrar un diario de campo o bitácora.

CAPÍTULO 4

Resultados y comentarios

En este capítulo se detallan los resultados del trabajo realizado en torno a la búsqueda de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de educación básica. Una parte importante del trabajo de investigación radica en ajustar lo diseñado e imaginado en el escritorio con lo que permite hacer el mundo real, en incorporar lo que la realidad, en este caso la vida de las escuelas, va develando y se considera de importancia para lograr el propósito del proyecto de investigación.

Nota aclaratoria

En el contacto con supervisores, directores y docentes y alumnos, desde el inicio se acordó el resguardo de la identidad de los entrevistados, sólo se reporta función y nivel.

El uso del símbolo *℄* antes de una palabra u oración, significa que es una categoría que se usa para analizar, ordenar y agrupar datos y resultados del trabajo de campo.

Los textos con la viñeta *❖* son comunicaciones personales; para hacer más clara la lectura se ha omitido la leyenda *comunicación personal*.

4.1 Ajustes

Los primeros contactos con las comunidades escolares, sus directivos, docentes, alumnos, padres de familia; impactaron en lo proyectado desde la comodidad del escritorio, obligando a realizar ajustes a lo planeado.

En la parte superior de la Figura 13 se representa de manera esquemática la propuesta inicial de trabajo, la cual fue modificada a partir de la inmersión en la cultura de la escuela pública, a través de las entrevistas con supervisores, directores y docentes, lo que llevó a la decisión de ajustar en los términos que más adelante se describen.

Figura 13 en la siguiente página.



Figura 13. Ajuste al proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia

La propuesta inicial era trabajar con dos escuelas primarias y dos escuelas secundarias, específicamente con grupos de 5° y 6° de primaria, y con grupos de 2° y 3° de secundaria. Se consideró diseñar un paquete de actividades de inducción para cada grupo y grado de alumnos, trasladar a alumnos y docentes a las instalaciones de la Facultad de Arquitectura donde se ubica el Fab Lab. Desarrollar las actividades de inducción, una sesión de evaluación de la experiencia con cada grupo de alumnos. Posteriormente a partir de ahí diseñar una propuesta formal para involucrar a niños y jóvenes estudiantes de zonas marginadas en las tecnologías de fabricación digital.

Se anticipaba un trabajo de campo sencillo sin muchas complicaciones; en pláticas informales los directores de escuelas de educación básica

consideraban la experiencia a desarrollar como atractiva y con valor para los alumnos. Igualmente, los docentes de primaria y secundaria entrevistados coincidían en esta apreciación:

- ❖ “...es bueno que mis alumnos vean lo que viene en el futuro”. (docente secundaria)
- ❖ “...hasta yo quisiera aprender a usar esas máquinas”. (director secundaria)
- ❖ “... les va a gustar a los muchachos ir a la uni”. (docente primaria)

Estas expresiones daban aliento para el desarrollo del trabajo. Al momento de iniciar una relación más formal con las escuelas primarias y secundarias, fueron apareciendo una serie de complicaciones, tanto de relación con las autoridades educativas, como de logística en la organización interna de las escuelas.

Por ejemplo, las actividades propuestas para trabajar en las escuelas secundarias implicaban coordinarse con los profesores de hasta ocho asignaturas diferentes; directivos y docentes señalaban la necesidad de relacionar las actividades de inducción con los programas escolares vigentes, situación que no se tenía contemplada. En otros casos, a pesar de la apertura y disposición positiva hacia el proyecto, los tiempos disponibles de las primarias y secundarias no empataban con los tiempos disponibles en el Fab Lab de la Facultad de Arquitectura.

Ante las complicaciones que se advertían en los trámites iniciales, además de las limitaciones en recursos para las actividades en el trabajo de campo

(vehículos para traslado, personal auxiliar, tiempo, materiales de trabajo) se tomó la decisión de reducir la experiencia a desarrollar eligiendo sólo una escuela primaria y únicamente los grupos de 5° y 6°. A la vez, se decidió ampliar la búsqueda de información a través de las entrevistas con supervisores, inspectores directores y docentes, junto con la aplicación del cuestionario sobre habilidades digitales a alumnos y docentes de escuelas primarias.

4.2 Selección de polígono

Para el desarrollo del trabajo se seleccionó el Polígono 51 ubicado en torno a la colonia San Bernabé; se denomina Polígono 51 de acuerdo al sistema cartográfico utilizado por el gobierno del estado para ubicar las zonas de pobreza y rezago social, Martínez, Treviño y Gómez (2009). Con esta selección se cumple con la condición previamente planteada en el problema de investigación, trabajar con escuelas ubicadas en zonas marginadas.

Otra razón que llevó a la selección de este polígono en específico, fue la buena relación que se logró establecer con supervisores escolares de primaria y secundaria. Para ello, fue necesario realizar varias rondas de pláticas y entrevistas las figuras de autoridad. Es necesario señalar que este momento fue de provecho para el proyecto, por la información que se generó y llevó a un ajuste posterior del proyecto inicial.

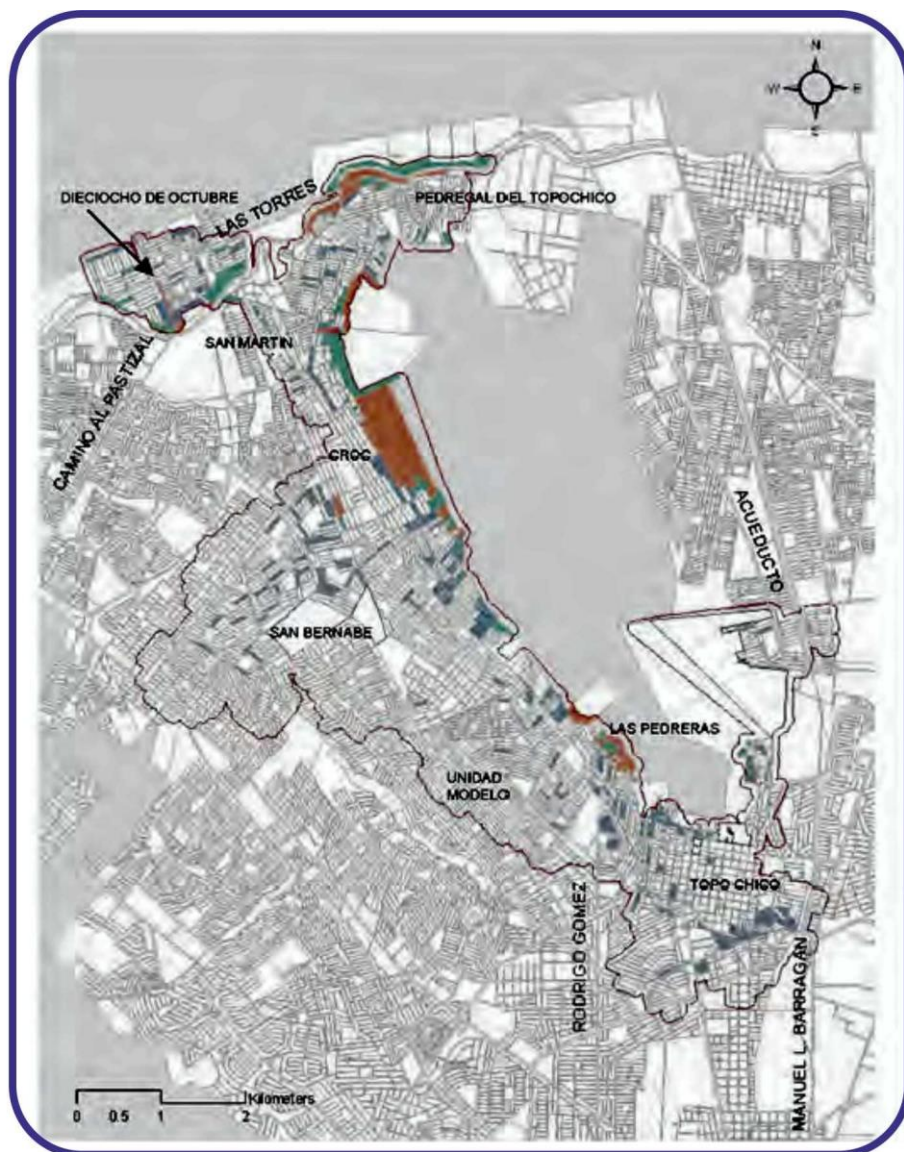


Figura 14. Polígono 51. Fuente: Martínez, Treviño, y Gómez. (2009)

Contexto de la experiencia de inducción

La escuela donde se encontraron condiciones favorables para el desarrollo de la experiencia de inducción (primera fuente de información del presente trabajo) fue la escuela primaria “Profesora Petra Villarreal Martínez”. La institución se ubica en la Colonia San Bernabé Cuarto Sector, en la calle Grafito N° 6230

dentro del Polígono de pobreza 51; la escuela comparte el edificio con la escuela primaria Casimiro Tijerina Torres, el predio escolar mide aproximadamente 17,000 metros cuadrados.

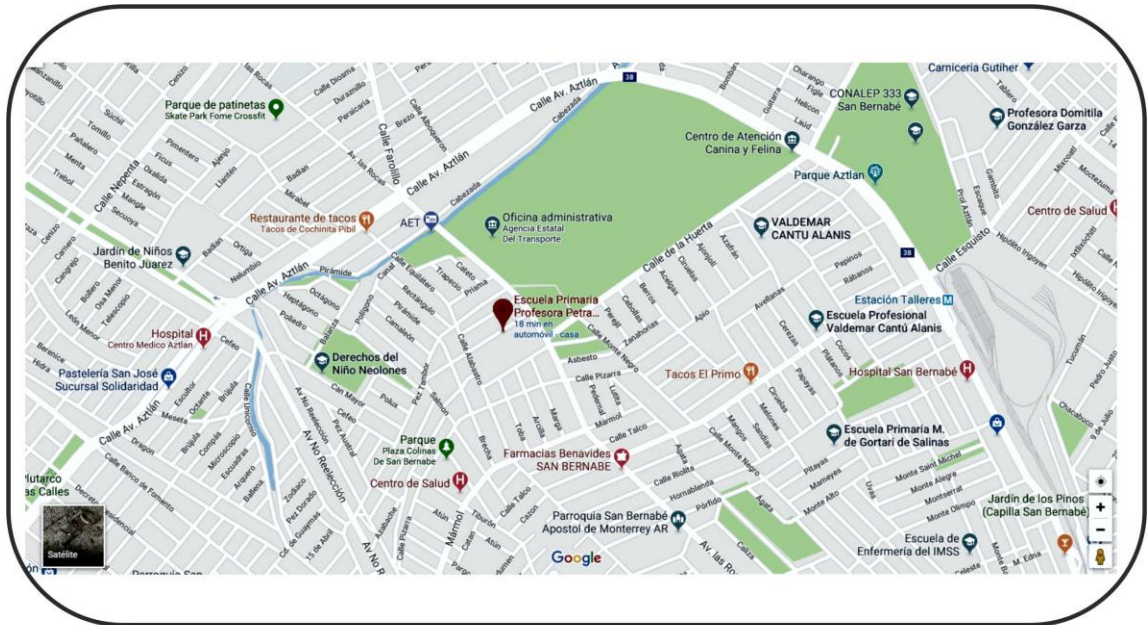


Figura 15. Ubicación de la escuela “ Profesora Petra Villarreal Martínez”. Fuente: Google

La escuela con clave 19EPR0422B tiene una antigüedad de 25 años, es una escuela que pertenece al “sistema estatal” cuenta con 176 alumnos registrados, distribuidos en siete grupos, 11 integrantes en su plantilla de personal, atiende los seis grados escolares cuenta con 17 aulas y dos computadoras. Cuenta una Asociación de Padres de Familia. Los grupos están integrados de la siguiente manera:

Grado	No. de alumnos
Primero	26
Segundo	27
Tercero	25
Cuarto	26
Quinto A	28
Sexto A	21
Sexto B	23
Total	176



Figura 16. Vista aérea de la escuela “ Profesora Petra Villarreal Martínez” Fuente: Google Earth

La colonia donde se ubica la escuela se considera de nivel socioeconómico y cultural bajo. El Estudio Básico de Comunidad Objetivo, EBCO (2013), ubica a

la colonia San Bernabé en el estrato medio bajo (el estudio considera cuatro estratos: bajo, medio bajo, medio alto y alto).

El Plan de Desarrollo Urbano de Monterrey. Gobierno Municipal de Monterrey (2015) considera que la colonia San Bernabé ubicada en la Delegación Norte es la zona con mayor concentración poblacional del municipio de Monterrey, presenta la mayor área habitacional con el 53.5%. Esta zona se caracteriza por el desarrollo de vivienda popular, con áreas que presentan una importante mezcla de usos del suelo e insuficiencia de equipamientos urbanos. Deterioro a nivel de imagen urbana y carencia de equipamientos en algunas áreas. Tiene un déficit importante de áreas verdes. Los servicios públicos que tiene esta colonia en general son: drenaje, energía eléctrica, agua potable, alumbrado público. La colonia San Bernabé se comunica principalmente a través de las avenidas Aztlán y Las Rocas, cuenta con la estación Talleres del Metro, y diversas rutas de autobuses y Metrovía.

La página obrasweb.mx, en su descripción del Macrocentro Comunitario San Bernabé, construido en el Polígono 51, describe la zona en los siguientes términos:

El Barrio de San Bernabé se estructura mediante un entramado ortogonal de calles, en las que las vías longitudinales distribuyen el tráfico, en tanto las transversales, más domésticas, concentran los accesos vecinales a las viviendas, esta configuración hace de esas calles domésticas, un espacio propicio para la convivencia de los vecinos, un espacio comunitario como extensión de la particularidad de cada casa, con una

importante dimensión social. El sector San Bernabé a pesar de contar con una alta población joven, es uno de los sectores más rezagados y marginados del área metropolitana, pues carece de servicios de educación salud y espacios de esparcimiento.

4.4 Relación inicial

Una de las primeras tareas en el trabajo de campo fue establecer un relación formal con escuelas de educación básica, para ello se acudió a 17 escuelas primarias y secundarias; llevando un primer esbozo de posibles actividades para iniciar a los alumnos en el conocimiento y uso de las tecnologías de fabricación digital, además se les mostraba un video sobre el tema para ilustrar sobre el proceso de inducción a las tecnologías de fabricación digital.

<https://www.youtube.com/watch?v=euljAvfc-fk&t=4s>

Se considera importante puntualizar esta etapa ya que muestra una parte de las dificultades en el acceso a las escuelas públicas de educación básica, además del peso de las reglas y normas que rigen la vida de las escuelas.

El eje inicial de la investigación estaba puesto en el desarrollo de una experiencia de inducción con los alumnos (trabajo directo con alumnos); las entrevistas a directivos escolares, en principio eran consideradas como parte de los trámites para el desarrollo de la investigación, pero en la medida que se desarrollaban, y ante la diversidad y riqueza de respuestas se realizó un registro de las mismas como parte de la bitácora del proyecto. Las entrevistas generaban a su vez tópicos y aspectos no considerados en el diseño inicial,

pero que arrojaba información relevante para el propósito general de la investigación.

Siguiendo lo señalado por Troxler (2010) quien comenta que para promover el emprendimiento concurrente y la innovación hay cuatro factores clave, los dos primeros son el de apertura y el de colaboración interdisciplinaria, se procuró comprender lo expresado por los profesionales de la educación básica (supervisores, inspectores, directores y docentes) además de considerarlos como los expertos del sector, se procuró acudir a ellos con una actitud abierta buscando comprender la vida y cultura de las escuelas públicas de educación básica. En este mismo sentido Santos (2010) menciona varios puntos claves para que un Fab Lab tenga éxito, uno de ellos es: Habilidad para atraer público con diferentes intereses, y diseñar los programas y las actividades en base a los usuarios y al entorno local.

A continuación en la Figura 17 se muestran las categorías generadas en el análisis de la información obtenida en las entrevistas y diálogos con el personal de las escuelas públicas de educación básica, en las observaciones y registros obtenidos en la experiencia de inducción, en las entrevistas con alumnos además de la información obtenida a través de los Cuestionarios de Habilidades Digitales a docentes y alumnos.

Se presentan los resultados como producto de un estudio único que reconoce en todo momento las 4 fuentes principales de donde los datos expuestos.

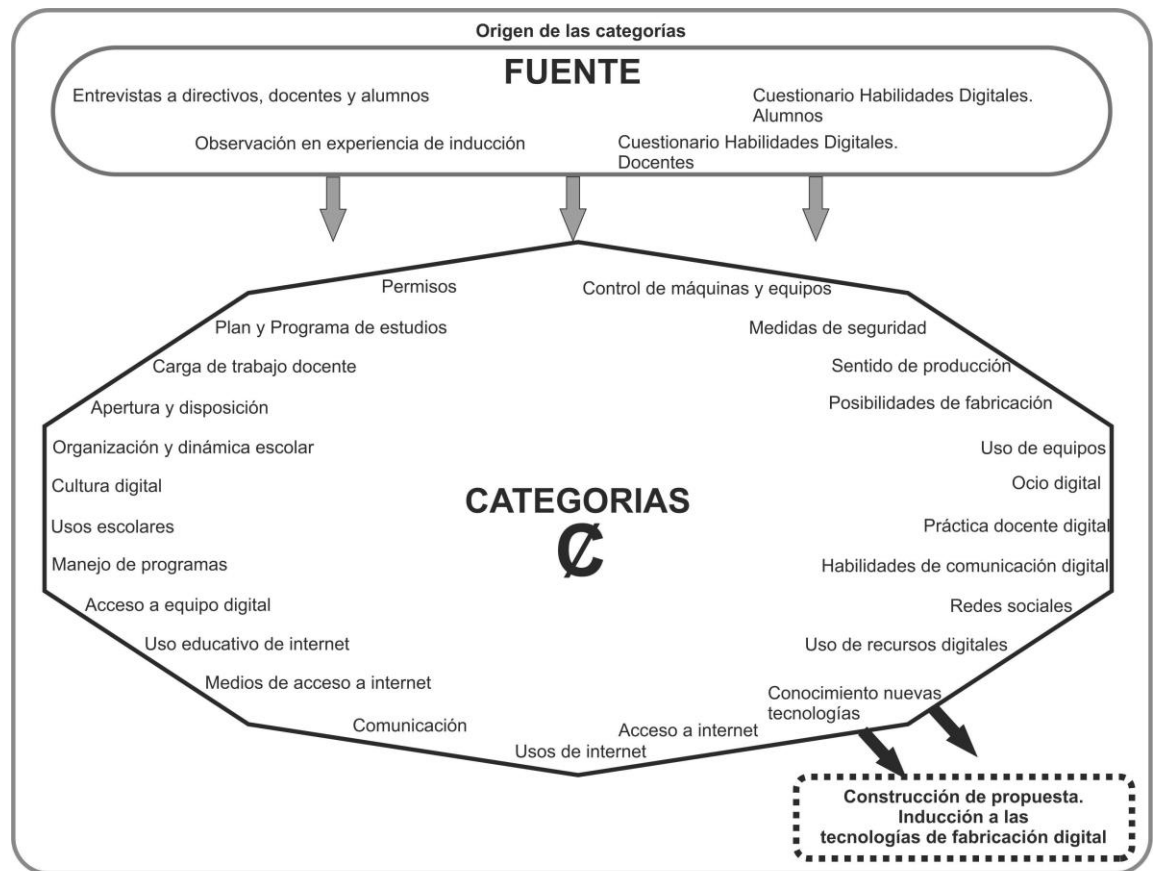


Figura 17. Origen de las categorías. Fuente: Elaboración

4.5 Permiso

Incluir una actividad dentro del trabajo de escuela de educación básica, es en apariencia sencillo, se consideró inicialmente que con el permiso o autorización del director de escuela sería suficiente para avanzar, la realidad mostró una respuesta diferente.

Un tema recurrente era el permiso de autoridades educativas, algunos directores señalaban al supervisor o inspector escolar como responsable de otorgar permiso para el desarrollo de la experiencia, otros directores aludían a la Unidad Regional (instancia administrativa con autoridad sobre inspectores, supervisores y directores de escuela) y en otros casos, solicitaban una autorización de la Secretaría de Educación.

En estas visitas iniciales hubo distintas respuestas, directores que rechazaban cualquier actividad fuera de lo programado por la Secretaría de Educación, directores que nos remitían con la autoridad inmediata, esto es, algunos directores se referían al supervisor o inspector, otros a la “Unidad Regional” u “Oficina Regional”. Otros directores de escuela amablemente se mostraban dispuestos a colaborar con el proyecto de investigación. Otros directores simplemente expresaban su rechazo a lo propuesto.

Expresiones como las siguientes:

- ❖ *“su caso no viene en los lineamientos” (supervisor)*
- ❖ *“No estoy autorizado para hacer algo así...” (director)*
- ❖ *“Tenemos mucho trabajo este año” “... ya pasó la planeación” (director)*

fueron formas de rechazo o negativa.

En referencia a los supervisores e inspectores (en lo que se conoce como escuelas estatales se denominan inspectores, en las de origen federal son los supervisores) en todo caso, ambas figuras son la autoridad de la zona escolar

responsable de la supervisión técnico-pedagógica y administrativa de las escuelas de su zona o jurisdicción

- ❖ *“si el inspector lo autoriza, yo con mucho gusto lo apoyo” (director de primaria)*
- ❖ *“pregúntale al supervisor para no tener problemas...” (directora de primaria)*
- ❖ *“... sí, me gusta la idea de trabajar eso con mis alumnos, pero vamos viendo lo de las autoridades para no tener problemas más adelante...” (director de primaria)*

Sobre la Unidad u Oficina Regional, dentro de las normas y reglamentos de la Secretaría de Educación aparece el nombre de Unidad Regional, pero los directivos escolares se refieren a ellas de las dos maneras. Acudimos a dos Unidades Regionales para indagar sobre el permiso para desarrollar el proyecto de investigación, en ambos casos la respuesta fue la misma:

“nosotros no nos encargamos de esos asuntos, cheque con el supervisor de la escuela” (funcionario)

Remitiéndonos a otras instancias de la Secretaría de Educación, un empleado señalaba a la Coordinación de Unidades Regionales y otro a la Subsecretaría de Educación Básica. Un recorrido confuso que se complicaba al acudir a las siguientes instancias.

Posteriormente se acudió al área de información de la Secretaría de Educación solicitando orientación para obtener autorización para la operación

del proyecto, donde nos enviaron a otras dos oficinas, sin obtener una respuesta concreta.

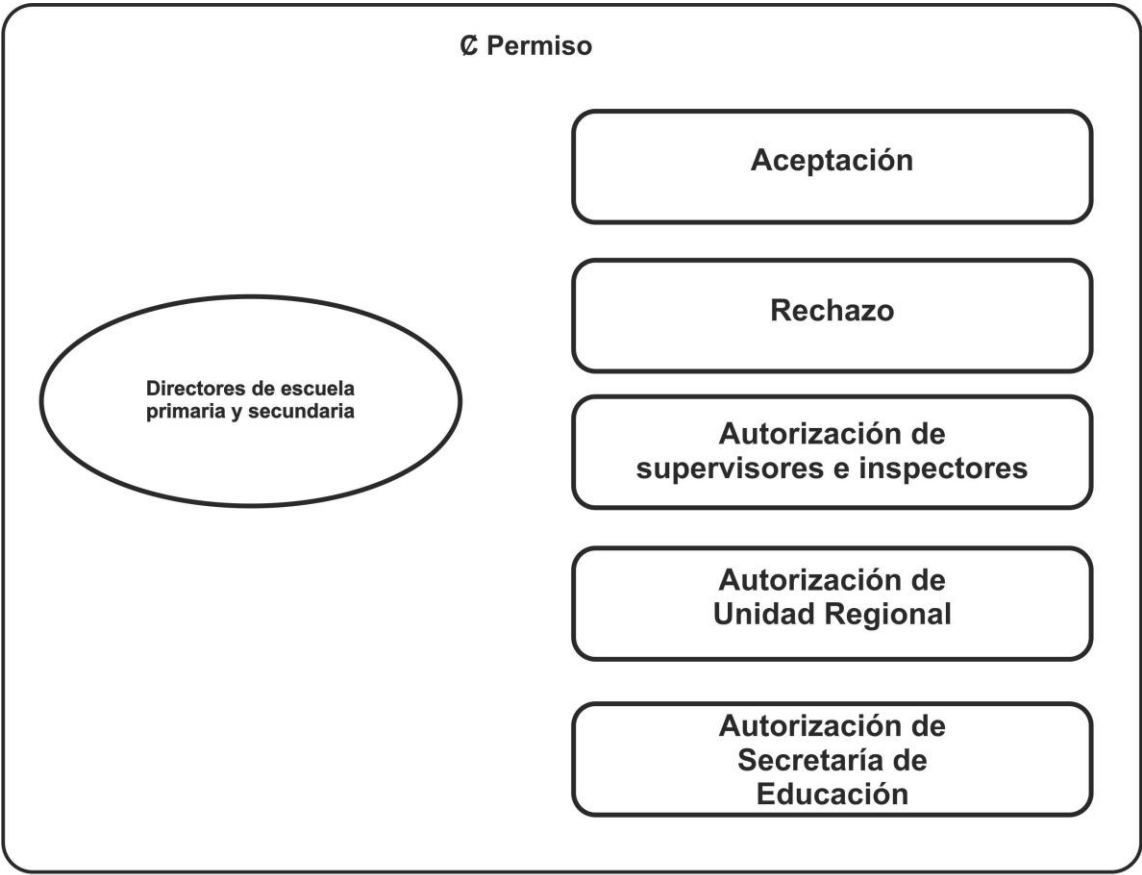


Figura 18. Respuesta a contacto inicial. Categoría Permiso. Fuente: Elaboración propia

A pesar del desconcierto en la búsqueda de una respuesta formal y dentro del ámbito institucional, la solución al asunto del permiso surge de un inspector quien propone trabajar las actividades programadas con los alumnos como una visita escolar, ya que las mismas forman parte de las actividades regulares de todas las escuelas.

4.6 Organización y dinámica escolar

Otro tópico que surge de las entrevistas en las escuelas de educación básica, es el de su organización y dinámica interna. Al ingresar al mundo de la escuela pública aparece el peso de las reglas, normas, usos y costumbres, constituye una sorpresa el volumen de trabajo tanto a nivel de aula como de la institución.

Algunos directores señalaban como causas que limitarían el desarrollo de la experiencia de inducción la sobrecarga de actividades, que incluye exámenes ya programados, reuniones con padres, participación en concursos, asambleas, juntas de consejo técnico, entrega de calificaciones, preparación para evaluación del docente. Los directores se expresaban de la siguiente manera

❖ *“pues sí, está muy bien, pero ¿dónde lo acomodamos?” (proceso de inducción) (director de primaria)*

❖ *“...hay que hablar con los profes de 5° y 6°, sobre todo con el de 6°, para organizarnos y no desviar el trabajo que ya se tiene programado...” (director de primaria)*

❖ *“ y si lo explicas en el consejo técnico (reunión colegiada mensual de los docentes) y ahí lo platicamos con los maestros, para que no sea algo impuesto y ya depende de lo que digan ellos...” (directora de secundaria)*

Estas expresiones reflejan la dificultad de integrar una nueva actividad (experiencia de inducción) al trabajo escolar, los directores se muestran prudentes con los maestros de grupo, buscando no recargarles el trabajo.

Además de respetar todas las actividades programadas por la Secretaría de Educación.

4.7 Ø Carga de trabajo docente

Un aspecto sorprendente es la carga de trabajo del docente de grupo, hablar con ellos dentro de la escuela es difícil, el horario de clases y el horario laboral es el mismo para preescolar y primaria; en secundaria hay maestros que trabajan por horas y sólo acuden las horas contratadas, sean 5, 10 o 15 horas y se retiran al terminar de cubrir su horario. Los docentes de “planta” permanecen toda la jornada pero saturados con la atención de hasta 200 a 300 alumnos, según sea su especialidad. Por supuesto que los docentes nos dedican algunos minutos antes de entrar, en el descanso, a la salida; en estos minutos era posible dialogar con los profesores, pero ellos siempre con la mirada atenta a su grupo de alumnos, incluso en la hora del descanso, los profesores hacen guardia en los patios y jardines para estar al tanto de la convivencia de los alumnos. En el aula era posible dialogar con ellos, pero siempre de manera intermitente.

Descubrimos que en primaria el horario de educación física o de inglés, era el más adecuado, ya que otro docente se hacía cargo del grupo, de esta manera se daban el tiempo y espacio para atenderlos.

- ❖ “... Pues sí, si tengo tiempo, pero tengo que preparar una actividad que me encargaron para el consejo técnico de este viernes...” (Profesora de primaria)
- ❖ “... disculpa, hoy tengo seis clases seguidas y esta semana es la entrega de boletas... dame chance y la siguiente semana platicamos...” (profesora de secundaria)
- ❖ “... déjame y les pongo un trabajo (a los alumnos) para platicar sobre tu proyecto...” (profesor de primaria)

Otro “espacio” que se identificó como propicio para el diálogo con los docentes, fue a la hora de salida de la escuela, al trasladarles fuera de la colonia en el auto, era otro momento propicio y hasta de mayor confianza para platicar acerca de los temas que interesaban al proyecto. En las dos circunstancias anteriores fue donde se desarrollaron las mejores entrevistas.

4.8 ☞ Apertura y disposición del docente

En las entrevistas con docentes se encontró una buena disposición hacia el proyecto de trabajo con las tecnologías de fabricación digital, consideraban la experiencia a desarrollar como atractiva y con valor para los alumnos. Igualmente, los docentes de primaria y secundaria entrevistados coincidían en esta apreciación:

- ❖ “... es bueno que mis alumnos vean lo que viene en el futuro, no le entiendo tanto, pero creo que será necesario para todos en el futuro”
(profesor de primaria)
- ❖ “... hasta yo quisiera aprender a usar esas máquinas, le sé al internet y todo eso, de hecho estoy en grupos donde nos recomendamos materiales para trabajar en el grupo, con lo de fabricación (digital) de ustedes, se me ocurren muchas cosas para hacer con los alumnos”.
(profesora de primaria)
- ❖ “... les va a gustar a los muchachos ir a la uni, de hecho simplemente conocer la universidad, para muchos va a ser un buen descubrimiento...” (profesor de primaria)
- ❖ “Es bueno que vean, lo que hay más allá de las computadoras y celulares, aunque sepan poco, creo que lo pueden entender, bueno, también yo...” (profesor de primaria)
- ❖ “Pensaba que las impresoras 3D eran lo máximo, en mi otra escuela ya estamos en planes de comprar una pequeña impresora de esas, pero esto me cambia la visión, por todo lo que se puede hacer con ellas...”
(profesor de secundaria)

4.9 ¿ Cultura digital escolar

Durante más de 20 años la Secretaría de Educación Pública del gobierno federal ha aplicado diversos programas de alcance nacional, algunos más

visibles como el de Enciclomedia o el del Habilidades Digitales para Todos, esto se refleja de varias maneras en la vida de las escuelas especialmente en infraestructura, muchas escuelas crearon con recursos propios sus aulas de cómputo, o con apoyo de diversas instancias de los gobierno municipal, estatal y federal, instalaron los llamados CECSE, Centros de Computo y Servicios Educativos.

Un director comentaba al respecto:

- ❖ “... no sabíamos para qué, pero si sabíamos que era necesario equipar nuestras escuelas, primero con computadoras e impresoras, después con acceso a internet, después contratar alguien que supiera del manejo de los equipos y de la enseñanza a los alumnos y maestros, siempre ha sido como una carrera que no sabemos para donde va, pero en la que tenemos que correr y correr... hay confusión por los distintos programas que hemos vivido en las escuelas; ... pero si sabemos que debemos llevar a nuestros alumnos al mundo de lo tecnológico que hoy se usa en todas partes...”

Un docente de primaria con 34 años de servicio comentaba:

- ❖ “... he ido a muchos cursos de computación, unos por parte de Secretaría (de Educación), otros que he pagado yo, tengo computadora en casa, pero más allá del Paint, Word y Power Point, no alcanzo a pasar, a veces son mis alumnos (de 6º) quienes me ayudan cuando queremos usar la computadora en el salón, para alguna presentación o

ejercicio... quisiera saber más, ¿pero a qué horas? Tengo que quitarle tiempo a mis descansos y no, no me alcanza... quizá ahora que me jubile, pero ya para qué...”

Una maestra de 5° de primaria, 20 años de servicio, con grado de maestría comparte su experiencia con las TICs,

- ❖ “Un día tenía programado que mi grupo viera un video sobre Nuevo León, para después hacer una puesta en común y escribir un texto sobre el video, ya estaba anunciada con días de anticipación. Conseguí prestado el proyector, traje mi lap, todo listo y todos esperando y resulta que no teníamos señal de internet en la escuela, algo le falló al equipo; entonces una de mis alumnas me pide permiso para buscar señal y conectar la lap a internet, después de cinco minutos y la intervención de otros dos alumnos ya estábamos proyectando el video, no aguanté la curiosidad y les pregunté, ¿Cómo le hicieron? Su respuesta fue: ‘como le hacemos con el cel para para agarrar señal’, me explicaron más pero no alcancé a entender más”.

Una maestra joven con cinco años de servicio, estudiante de maestría en psicopedagogía, explica su relación con la tecnología digital

- ❖ “Yo compré mi cañón (proyector) y lo uso casi a diario, lo compré porque en la escuela hay dos y siempre están ocupados o descompuestos... Estoy en un grupo de Facebook con mis compañeras que estudiamos juntas (en la escuela normal), ahí nos intercambiamos actividades,

proyectos y enlaces para lo que estamos trabajando, casi todas somos de 1º, 2º y 3º, eso ayuda mucho... Tengo contacto con profes de Panamá, Chile, Argentina y alguno de España, para mí el internet, Facebook, son herramientas casi de uso diario en mi trabajo, es difícil trabajar con una sola computadora, quisiera que todos mis alumnos tengan acceso a una máquina para cada uno...”

Los docentes de primaria y secundaria, expresaban sobre sus alumnos:

- ❖ “... pues todos conocen algo, pero que las usen (computadoras) no es tan fácil...”
- ❖ “... algunos tienen(computadoras) en sus casas y si no tablets o teléfonos”
- ❖ “Se emocionan cuando llevo mi lap (computadora portátil) y hay quienes sí saben usar programas”.
- ❖ “... algunos son clientes de los “cibers”, hasta traen tareas hechas ahí...”
- ❖ “... Llevo dos cursos de computación, pero sin practicar se olvida...”

Casi todas las direcciones de las escuelas que visitamos cuentan con computadoras, pero orientadas principalmente al trabajo administrativo, algunos directores explicaban que las secretarias eran las que se encargaban de manejar la computadoras, y en algunos casos algún maestro o maestra se hacía cargo del trabajo administrativo. En otros casos encontramos directores que monitoreaban sus escuela a través de internet, a través de teléfono celular, tablet o computadora portátil.

Estas transcripciones reflejan una cultura digital en la vida de las escuelas públicas de educación básica, con un desarrollo desigual, donde hay docentes que muestran una habilidad y manejo superior al promedio, especialmente los más jóvenes; otros docentes se mostraban reacios al uso de la tecnología, una maestra declaraba enfáticamente:

❖ “mi teléfono (iPhone) sólo es para llamadas, ni siquiera me meto en los mensajitos...”

Durante la entrevista con directivos escolares, algunos señalaban las dificultades y desconocimiento de algunos docentes con el uso de las computadoras y programas como hojas de cálculo, procesadores de texto o programas para el procesamiento de imágenes.

Supervisores de escuelas primarias cuyas zonas escolares se ubican en el Polígono 51 se mostraron sumamente interesados en indagar sobre lo que conocen docentes y alumnos sobre el tema digital

❖ “... hay pocas computadoras, pero muchos teléfonos (en las escuelas) ...”

❖ “... quiero saber lo que sí saben y dónde necesitan capacitación”

❖ “... hay alumnos que rebasan a sus profes, saben más de cómo usar internet, de cómo usar aplicaciones y programas, bueno no todos, unos sí y otros no tanto ...”

❖ “A ver que saben mis profes, hay algunos que le mueven (a las computadoras) pero otros del papel y lápiz no salen”.

Un dato sorprendente sobre la cultura digital en las escuelas públicas de educación básica es la prohibición del uso del teléfono celular en las escuelas de educación básica (preescolar, primaria y secundaria), este dato surge al revisar tres documentos oficiales publicados por la Secretaría de Educación de Nuevo León:

Guía Práctica de Seguridad Infantil.

Lineamientos Generales para la organización y funcionamiento de las escuelas de educación básica, públicas y particulares.

Lineamientos Generales para la Convivencia Escolar en las Escuelas de Educación Básica Públicas y Particulares del Estado de Nuevo León.

De estos documentos se transcriben las siguientes indicaciones:

En educación preescolar, primaria, secundaria y educación especial se consideran como faltas leves las siguientes:

Utilizar dentro de la escuela objetos y equipos o materiales (dispositivos relativos a las tecnologías de la información y comunicación) en situaciones que no correspondan a fines educativos.

Usar las computadoras, máquinas de fax, teléfonos u otros equipos o dispositivos electrónicos de la escuela sin autorización.

Hacer uso de internet con el fin de violar la seguridad y/o la privacidad de la comunidad escolar.

“Para los efectos del presente Reglamento, se consideran como faltas leves las siguientes:

IV. Utilizar dentro del Plantel Educativo objetos, equipos, materiales o dispositivos, relativos a las tecnologías de la información y comunicación, para fines que no corresponden a los educativos.

Para evitar la pérdida de algo que te gusta mucho, evita llevar a la escuela MP3, reproductores digitales, juegos electrónicos portátiles, joyas o prendas costosas.

El empleo de aparatos de comunicación y equipo tecnológico que interfieran en el proceso educativo estará prohibido.”

Es complicado valorar la pertinencia de esta medida, incluso no forma parte de la presente investigación, pero lo que si refleja por lo menos es una actitud institucional ambivalente o a la defensiva en relación a las tecnologías digitales, ya que la prohibición se extiende a aparatos mp3, tabletas, juegos. Ambivalente por otra parte ya que el Plan y Programa de Estudios 2011 establece los siguientes Estándares de Habilidades Digitales:

Los Estándares Curriculares de Habilidades Digitales presentan la visión de una población que utiliza medios y entornos digitales para comunicar ideas e información, e interactuar con otros. Implican la comprensión de conceptos, sistemas y funcionamiento de las TIC; es decir, utilizar herramientas digitales para resolver distintos tipos de problemas. Se organizan a partir de seis campos:

1. Creatividad e innovación
2. Comunicación y colaboración
3. Investigación y manejo de información
4. Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones
5. Ciudadanía digital
6. Funcionamiento y conceptos de las TIC. SEP (2011) p.93

La notas anteriores reflejan una imagen compleja sobre la cultura digital en las escuelas públicas de educación básica, la necesidad de ahondar más en el tema se hizo evidente, siendo esta la causa de buscar más datos a través de la aplicación de los cuestionarios sobre habilidades digitales en docentes y alumnos que se describen y analizan páginas más adelante.

4.10 ¿ Relación con el Plan y Programa de estudio

La llamada rectoría del Estado en el servicio educativo en momentos parece una lejana expresión del ámbito legislativo, sin embargo, la obligatoriedad del Plan y Programa de estudio de la Secretaría de Educación Pública es norma oficial, tal como lo ordena la Ley General de Educación.

En las entrevistas con docentes, se identificó la permanente presencia del Plan y Programas de Estudio, quienes expresaban

- ❖ “... nos falta tiempo para trabajar las materias obligatorias”. (profesora de secundaria)
- ❖ “... si pueden combinar lo de fabricación digital con la planeación (programa de estudios) sería excelente”. (profesor de primaria)
- ❖ “lo metemos (experiencia de inducción) en la planeación y así queda justificado”. (docente primaria)

En las entrevistas por parte de los docentes surgió la duda de la relación de la experiencia propuesta para el acercamiento a las tecnologías de fabricación digital con lo señalado en el Plan y Programa de estudio de educación primaria y secundaria.

- ❖ “... me parece bien lo que proponen y me gusta, pero no se si va con el programa (Plan y Programa de estudio)”. (profesora de secundaria)
- ❖ “... todo lo de las computadoras esta bien, pero lo de los aparatos esos (fabricación digital) no creo, están muy chicos mis alumnos”. (profesora de primaria)

Esto implicó para el proyecto una revisión del Plan y Programa de estudio de la educación primaria y secundaria, una tarea que requería esfuerzos y recursos más allá de lo pensado inicialmente. Aunque a la vez, se consideró esta información como relevante, ya que era parte de lo que se buscaba en el proyecto inicial. Como tal se incluye en la propuesta final que se presenta como producto del proyecto de investigación.

4.11 Desarrollo de la experiencia de inducción

Realizado el acuerdo con la dirección y maestros de grupo de la escuela primaria, para el desarrollo de las sesiones de la experiencia de inducción; el siguiente paso fue solicitar el permiso de padres de familia, para ello se les envió una carta informativa y un formato de autorización (ver ANEXO II) la carta describía el soporte institucional de las actividades, la confidencialidad de la información y datos de sus hijos, el carácter voluntario de la experiencia, así como un nombre, teléfono y correo donde para aclaración de dudas.

Las cartas fueron enviadas a través de los alumnos, la mayoría fueron regresadas por la misma vía, todas con la autorización respectiva, en cinco casos las madres de familia se acercaron para solicitar mayor información como: precisión de las fechas, posible costo, horario, asistencia del maestro de grupo. Todas estas dudas fueron aclaradas con el apoyo de los docentes de 5° y 6°.

Para esta etapa se trabajó en el diseño inicial de la experiencia de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de educación básica, el diseño se organizó a partir de la experiencia del Fab Lab UANL, la visión desde la cual se esbozó el proceso de inducción partía desde la experiencia y el trabajo ya realizado con estudiantes universitarios.

Las actividades del proceso de inducción se desarrollaron en las instalaciones del Fab Lab UANL, y en las aulas de la escuela primaria bajo el siguiente programa:



Figura 19. Experiencia en el Fab Lab. UANL. Rodríguez, R. (2017)

Sesión 1

- Traslado de alumnos y docentes desde las escuelas.
- Bienvenida en la Facultad de Arquitectura.
- Recorrido por las principales áreas de la Facultad de Arquitectura: salones, talleres, laboratorios, áreas de descanso.
- Recorrido por el Fab Lab con explicación inicial sobre áreas trabajo y equipos.
- Exhibición de video sobre tecnologías de fabricación digital.

- Explicación de conceptos básicos sobre tecnologías de fabricación digital.
- Demostración de la operación de los siguientes equipos: Impresora 3D, Router CNC,
- Sesión de preguntas y respuestas.
- Convivio con alumnos.
- Traslado de alumnos y docentes a escuelas.
- Despedida de alumnos y docentes en escuela.

Sesión 2

Reunión de retroalimentación y preparación para la segunda sesión a desarrollar en la escuela con el apoyo de los docentes.

La sesión se organiza en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuál es su impresión sobre su visita al Fab Lab?

¿Qué fue lo que les gustó más?

¿Qué equipo/maquinaria les gustó?

¿Consideran que es complicado manejar los equipos/ máquinas?

¿Qué es lo que realiza/produce cada una de las maquinas/equipos?

¿Qué aspectos del uso y manejo de las máquinas/equipo les generó dudas?

¿Qué uso se le puede dar a cada máquina/equipo para hacer cosas en su escuela comunidad?

El propósito de la sesión era ajustar la información y las actividades para lograr una mejor comunicación con los alumnos.

Sesión 3

- Traslado de alumnos y docentes desde las escuelas.
- Recorrido por el Fab Lab recordando la información dada anteriormente.
- Organización de los alumnos en equipos.

Equipo 1: Láser CNC

Equipo 2: Impresora 3D

Equipo 3: Plotter de vinil

- Operación de los equipos anticipando los distintos pasos: medidas de seguridad, diseño, instrucciones a la máquina, operación, ajustes.
- Elaboración de objetos tales como: juguetes, insectos, dinosaurios.
Procurando que los alumnos manipularan las computadoras equipos/maquinaria lo más posible.
- Intercambio de equipos.
- Sesión para recuperar experiencias.
- Convivio con alumnos.
- Traslado de alumnos y docentes a escuelas.
- Despedida de alumnos y docentes en escuela.

Sesión 4

Sesión de valoración de los alumnos y docentes sobre la experiencia realizada.

- Reunión con alumnos.
- Entrevistas a docentes.
- Agradecimiento a participantes.

Sesiones de Inducción

El 4 de noviembre de 2016, día de la primera sesión fue una jornada de mucha expectación por parte de todos los involucrados, alumnos, docentes, investigador, equipo de apoyo de la facultad.

Los estudiantes fueron acompañados por sus dos profesores titulares que batallaron con el control de los niños por lo emocionados de la experiencia, también fueron partícipes de esta experiencia los miembros de la asociación estudiantil, Arquitectos de Sonrisas, que previamente habían trabajado con ellos en actividades dentro de la escuela primaria, junto con ellos un grupo de estudiantes voluntarios de servicio social y los técnicos del laboratorio, todos ellos fueron parte del staff y equipo de mentores de los niños en las actividades.

En el traslado se hizo evidente la emoción de los alumnos de salir juntos y el esfuerzo extra de los docentes para mantener el orden. La llegada al campus de la universidad fue impactante para los alumnos, especialmente al ver de cerca el estadio universitario, de hecho, debido a la insistencia de los alumnos se les hizo la promesa de organizar una excursión exclusiva para recorrer el estadio.

La llegada a las instalaciones de la facultad fue igual de impactante,

❖ “... es una escuela muy, muy grande...” (alumna de primaria)

❖ “... nunca había visto un caballito con alas... ¿y sí puede volar?” (alumno de primaria)

❖ “... está fresca esta escuela”. (alumno de primaria)

El recorrido por las principales instalaciones de la Facultad de Arquitectura fue motivo del mismo y renovado asombro; los estudiantes de la facultad, ajenos a la actividad, saludaban y bromeaban con los estudiantes de la primaria, ayudando a generar un ambiente de empatía para los alumnos participantes en la experiencia de inducción.

Dentro de las instalaciones del Fab Lab el ambiente era casi de fiesta, con niños trabajando, jugando y aprendiendo en las distintas áreas del laboratorio. Las primeras explicaciones acerca de los equipos y su funcionamiento fueron escuchadas con atención y en silencio, los alumnos se esforzaban en seguir la descripción de los equipos, pero al momento de iniciar la demostración del funcionamiento, surgieron las preguntas y dudas de los alumnos.

4.12 ☿ Medidas de seguridad

El router CNC inicia su recorrido para ubicarse en el punto origen, todas las miradas puestas en el cortador, pero al momento de iniciar el corte de la madera y ver la facilidad con que las piezas recortadas tomaban forma definida, fue un momento de impacto para los alumnos, pero también para el equipo de la facultad, para los alumnos de primaria el observar en vivo, un modo totalmente diferente de procesar la madera generó preguntas y dudas:

- ❖ “Hace como un serrucho, pero no es serrucho...” (alumna de 5° de primaria)
- ❖ “¿Cómo le manda a la máquina?” (alumno de 6° de primaria)

- ❖ “¿Si se sale es peligrosa?” (alumna de 6° de primaria)
- ❖ “¡No deben meter las manos!” (alumna de 6° de primaria)
- ❖ “La madera huele...y como sí fuera suavecita...” (alumno de 6° de primaria)

Lo primero que resaltan los propios alumnos son las medidas de seguridad, que fueron detalladas previamente en la escuela primaria y nuevamente repetidas ante cada equipo a demostrar; los alumnos se muestran muy conscientes y cooperativos en este tema, repitiendo las indicaciones de seguridad:

- ❖ “No te acerques, hay que estar con cuidado...” (alumno de 6° de primaria)
- ❖ “¡Atrás, atrás!” (alumna de 6° de primaria)
- ❖ “(tapándose los oídos) ¡Hace mucho ruido!” (alumno de 5° de primaria)
- ❖ “Acuérdate lo que dijo el profe, no acercarse a la máquina prendida...”
(alumna de 6° de primaria)
- ❖ “... pídele los lentes...” (alumno de 5° de primaria)

Uno de los principios señalados en el Fab Charter de Fab Foundation señala:

“¿Cuáles son tus responsabilidades? Seguridad; no dañar a la gente máquinas.”

La integración y repetición de las medidas de seguridad, reforzadas en las sesiones de trabajo, se consideró como un elemento indispensable a integrar en la propuesta final.

4.13 ¿ Control de las máquinas

Otro aspecto a resaltar es el momento cuando a los estudiantes se les hace evidente el control de las máquinas a través de la computadora, al momento de enviar la orden de inicio desde la computadora y ver que el Router CNC se mueve y realiza el desbaste de la madera, el corte de piezas, este es un momento de asombro y de reconocimiento; de manera concreta y evidente aparece la noción de hacer cosas, de fabricar cosas a través de los equipos del FabLab.

- ❖ “...es como si jugaras en el Xbox ...” (alumno de 5° de primaria)
- ❖ “lo haces en la compu y luego sale allá (en el router CNC) ...” (alumna de 6° de primaria)
- ❖ “... con las flechitas (teclas de dirección o movimiento de cursor) lo mueves para todas partes...” (alumno de 6° de primaria)
- ❖ “(Al observar una pieza trabajada en la cortadora láser) ¿Y también puede dibujar en la madera?” (alumna de 6° de primaria)
- ❖ “¿Y se puede hacer un anuncio?” (alumna de 5° de primaria)



Figura 20. Iniciando manejo de software de diseño. Rodríguez, R. (2017)

Para el equipo de investigación, después de la primera sesión y especialmente en la retroalimentación realizada en la escuela primaria, se hizo evidente la necesidad de explicar y describir el enlace entre el programa de diseño en la computadora y la operación de los equipos Router CNC, grabadora láser, impresora 3D, requería una explicación “más visible” y concreta, para esto se tomó la decisión de mostrar y aplicar trazos simples como líneas rectas, líneas curvas, círculos, cuadrados, antes de mandar archivos más complejos a los equipos del Fab Lab.

Se le pedía a un alumno hacer el trazo en el programa de diseño, se realizaba la demostración de convertir el archivo gráfico a código G; la apertura del código G en el programa Vectric Aspire, la visión en pantalla del programa

con el trazo representado, luego el posicionamiento de la herramienta del Router CNC y la orden de aplicar el diseño; demostrar toda la secuencia paso a paso ayudó a los alumnos a comprender los elementos fundamentales de control en la fabricación digital.

Incluso uno de los profesores realizó la sugerencia de que el alumno dibujara el trazo primero en el pintarrón, otros alumnos, por iniciativa propia lo realizaban primero en la libreta y luego los pasos arriba secuenciados.

Cuando empezamos a variar y combinar los trazos, realizando la secuencia señalada arriba, los alumnos comprendieron lo fundamental del proceso, y se hizo evidente para el equipo de investigación la necesidad de “jugar” con los programas de diseño asistidos por computadora (CAD).

- ❖ “...primero lo piensas, luego lo dibujas, lo escribes y lo mandas a la máquina y sale ya...”
- ❖ “...para que se perfore (grabadora láser) primero lo pones en la computadora... Lo haces y lo mandas a la máquina y ya, pero primero pones el papel”.

Este aspecto es relevante en tanto muestra lo que Gershenfeld (2012) y Anderson (2013) y estudiosos de las tecnologías digitales llaman el paso de bits a átomos. La magia del paso de bits a átomos es usar y compartir información, acceso y disponibilidad de los bits de información para todos y su utilización en cualquier lugar, por cualquier persona, por cualquier alumno de una escuela pública.

4.14 ¿ Posibilidades en la fabricación de objetos

Uno de los principios de los Fab Lab es la posibilidad de hacer/fabricar casi todo, pero llegar a esa certidumbre es un paso largo que fue complicado de lograr en las sesiones de inducción.

Esta situación se reveló en las entrevistas, concluyendo en la necesidad de contar con un muestrario físico más amplio de posibles productos fabricados con las herramientas del Fab Lab.

En las entrevistas posteriores, al preguntarles ¿Qué se puede fabricar con las máquinas del Fab Lab? La mayoría respondía señalando los objetos que vieron en las sesiones en el laboratorio como una silla, una mariposa, dinosaurio, rompecabezas etc.

Pero otros alumnos alcanzaban a ver otras posibilidades, uno de ellos, señalado la impresora 3D preguntó:

❖ “¿Podemos hacer monitos, como los luchadores?” (Alumno de 5° de primaria)

Otra niña señalaba el router CNC, al momento de cortar piezas de madera.

❖ “... Ahí podemos hacer una casita para muñecas, ¿corta piezas chiquitas?” (alumna de 5° de primaria)

A pesar de mostrarles en pantalla distintos productos de fabricación digital, los alumnos participantes en la experiencia se centraban en los objetos físicos que ellos lograron identificar en las sesiones en el laboratorio.

En la propuesta final para inducción a las tecnologías de fabricación digital, las actividades deberán estar más relacionada con la vida cotidiana

fuera de las escuelas. Además de organizar una sesión para explorar espacios como Thingiverse, Dremel Digilab, Cults y Library Laser. También se buscará el enlace con otras comunidades que ya trabajan temas de tecnología de fabricación digital con niños y jóvenes.

4.15 ¿ Sentido de producción

Un aspecto que surge en las entrevistas es la visión en los alumnos de los equipos de fabricación digital como medio para generar recursos, el fabricar en serie y el vender aparece como un camino lógico; en el siguiente diálogo se hace evidente el tema.

❖ Entrevistador: Ok, y personalmente, ¿para qué la usarías?

Alumno: Para trabajos, para regalar y ya.

Entrevistador: ¿Y qué problemas podrías resolver con esa máquina?

Alumno: Mmm, el gasto económico.

Entrevistador: Ok, ¿por qué?

Alumno: Porque algunas personas no tienen tanto dinero para pagar lo que tienen, y con eso les podría dar eso, lo que necesitan.

Entrevistador: Ok, ¿con la máquina?

Alumno: Sí.

Entrevistador: ¿Haciendo qué?

Alumno: Mmm, no sé, sillas, escritorios, mesas, camas, creo. (5° primaria)

Otro alumno expresaba lo siguiente:

❖ Entrevistador: Si tuvieras una en tu casa, en tu cuarto, ¿qué harías con ella?

Alumno: Hiciera así figuras para tenerlas así de recuerdo, de adorno.

Entrevistador: ¿Qué más?

Alumno: Para vender.

Entrevistador: ¿Qué venderías por ejemplo?

Alumno: Mmm, banquitos, eso de los aviones para armar, así mariposas. (5° de primaria)

Una alumna pregunta:

❖ “¿Esas máquinas pueden trabajar todo el día?”

Ante la respuesta afirmativa del operador, entonces ella expresa:

“Se pueden hacer muchas cosas repetidas, una para cada uno... ¡para todos los de mi escuela!” (6° de primaria)

En la última sesión, se procedió a realizar una valoración en lo general de la experiencia, la mayoría expresó su gusto por las visitas al Fab Lab, describiendo la experiencia como agradable

“Nunca había ido a un lugar así...”; “Está bien grande...”; “Es como ir a al parque...”; “Es como ir a Fundidora, pero más bonito”.

Todos los equipos les llamaron la atención, especialmente la impresora 3D por tener una mayor presencia en medios que el resto de los equipos del FabLab, otros alumnos tenían opinión distinta.

- ❖ “...A mí me gustó la cortadora de calcamonías (plotter de corte de vinil)
...” “La mesa donde se corta madera, es muy padre, la deja bien lisita”
(Router CNC)
- ❖ “...la láser es chida, pero me da un poco de miedo... brilla mucho y sale humo...”



Figura 21. Observando la impresión en 3D. Rodríguez, R. (2017)

Valoración

Todos se mostraron dispuestos a seguir la experiencia si fuera posible, dos alumnos comentaron que les gustaría llevar a su hermano, y otro a su papá. En

lo general las sesiones del programa de inducción se cumplieron, en la Facultad de Arquitectura siempre hubo apoyo a las actividades programadas, el grupo de mentoría se mostró dispuesto y afable con los alumnos.

Una relativa dificultad fue el registro en el diario de campo, ya que realizarlo en directo, sobre todo al interactuar con los alumnos y docentes, era complicado; en la mayoría de los casos se tomaron notas sueltas y después se reconstruían en el diario, especialmente las situaciones que se consideraban relevantes para el trabajo de investigación.

Posteriormente en las aulas de la escuela “Profesora Petra Villarreal Martínez”. se desarrolló lo que se denominó Sesión 4, con el propósito de realizar una valoración grupal e individual de la experiencia, de esta sesión 4 se puede concluir lo siguiente: todos los niños recuerdan con claridad la visita al Fab Lab UANL, recuerdan los conceptos básicos de lo que es un Fab Lab, y comprenden el funcionamiento en lo general de las impresoras 3D y las cortadoras láser, expresan su interés en estudiar una carrera profesional en el área de la arquitectura y el diseño, hay una fuerte tendencia a replicar los objetos que fabricaron anteriormente en el laboratorio y es difícil que mencionen la posibilidad de fabricar algún objeto diferente a un juguete o algo figurativo, ya que lo que realizaron en el Fab Lab fueron dos juguetes, y como punto más importante algunos niños comentaron la posibilidad de realizar objetos y proyectos más complejos y para solucionar problemas de su entorno, hasta la posibilidad de generar ingresos por la venta de productos realizados con tecnologías de fabricación digital.

4.16 Habilidades digitales de alumnos y docentes

Producto de las entrevistas con inspectores, directores y docentes (como recurso para iniciar la entrevista informal se mostraba un video explicando las tecnologías de fabricación digital) surge la necesidad de trabajar sobre lo que conocen y saben hacer docentes y alumnos en la cultura digital.

En entrevista con supervisores de escuelas primarias cuya zonas escolares se ubican en el Polígono 51 se mostraron sumamente interesados en conocer lo que sabían docentes y alumnos

- ❖ “... hay pocas computadoras, pero muchos teléfonos (en las escuelas) ...”
(supervisor de primaria)
- ❖ “... quiero saber lo que sí saben y dónde necesitan capacitación”.
(supervisora de primaria)
- ❖ “... hay alumnos que rebasan a sus profes, saben más de cómo usar internet, de cómo usar aplicaciones y programas, bueno no todos, unos sí y otros no tanto...” (inspector de primarias)
- ❖ “A ver que saben mis profes, hay algunos que le mueven (a las computadoras) pero otros del papel y lápiz no salen”. (directora de primaria)

Los docentes, expresaban sobre sus alumnos:

- ❖ “... pues todos conocen algo, pero que las usen (computadoras) no es tan fácil...” (profesor de primaria)

- ❖ “algunos tienen (computadoras) en sus casas y si no tablets o teléfonos”
(profesor de primaria)
- ❖ “Se emocionan cuando llevo mi lap (computadora portátil) y hay quienes sí saben usar programas”. (profesora de primaria)
- ❖ “...algunos son clientes de los “cibers” hasta traen tareas hechas ahí...”
(profesor de primaria)
- ❖ “... Llevo dos cursos de computación, pero sin practicar se olvida...”
(profesor de primaria)

Para desarrollar el tema se acudió con el Maestro Renato Ramos, catedrático de la Escuela de Ciencias de la Educación (institución del gobierno estatal que ofrece estudios de posgrado a docentes de educación básica) con quién se trabajó para adaptar, diseñar, probar y aplicar un par de cuestionarios, uno para alumnos y otro para docentes. Esta colaboración fue posible por la intermediación de dos docentes de una de las escuelas primarias, ambos eran alumnos del Mtro. Ramos en la maestría en psicopedagogía y realizaban indagaciones iniciales en torno al tema de habilidades digitales en las escuelas primarias.

En lo que sigue, se presentan los datos considerados más significativos para el trabajo. Evidentemente los resultados que a continuación se presentan no son generalizables, no es el propósito del instrumento, solo representan a la población encuestada, los resultados se usan en el sentido de identificar recursos que ayuden a un mejor diseño de las estrategias para llevar las

tecnologías de fabricación a las escuelas de educación básica, en el mejor de los casos se les puede considerar líneas de trabajo para una indagación más profunda.

Al igual que la información recuperada en las entrevistas con directivos, docentes y alumnos, los resultados de los cuestionarios de Habilidades Digitales a docentes y alumnos se organizan en torno a categorías que pueden ofrecer información para el diseño de la propuesta que se presenta al final de este trabajo.

Las Figuras 22 a continuación y 23 (en página 157) muestran las categorías consideradas para organizar los datos generados por los Cuestionarios de Habilidades Digitales.

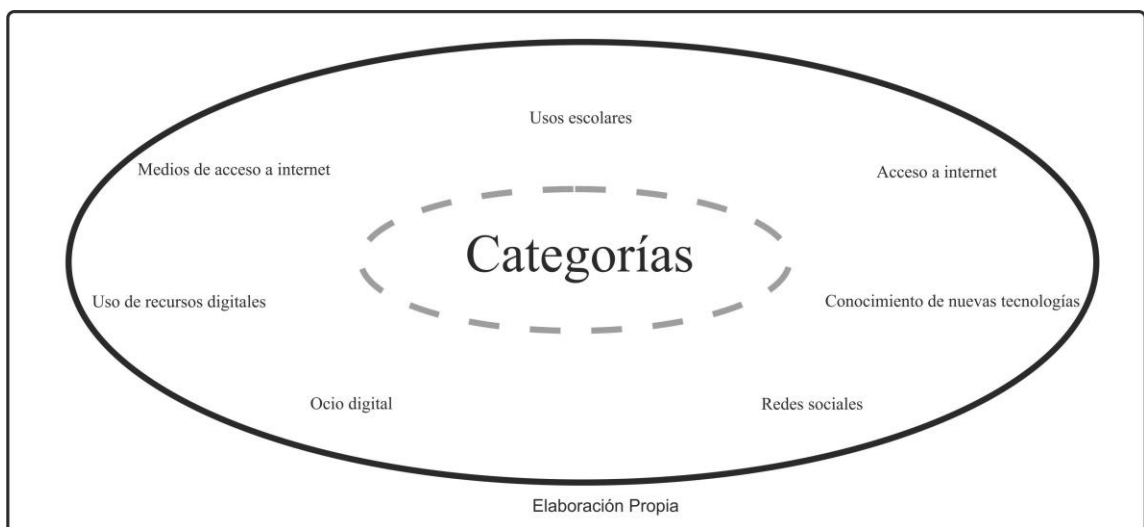


Figura 22. Categorías para organizar datos cuestionario alumnos. Fuente: Elaboración propia

Cuestionario Habilidades Digitales. Alumnos

4.16.1 Medios de acceso a internet

La primera categoría usada en este apartado es Medios *de accesos*, se refiere al acceso o posesión de medios físicos como lo son la computadora, tablet o teléfono, los resultados de las Tablas 2, 3 y 4 muestran que la mayoría de los participantes 57.94 %, tienen acceso a computadora, 73.86 % tiene una tablet y teléfono celular el 65.42 %. Este punto es relevante ya que una limitación señalada por directores y docentes es el estado de la infraestructura, como pocas computadoras, equipos descompuestos o sin mantenimiento adecuado, el que la mayoría de los alumnos encuestados posean los equipos arriba señalados, abre la posibilidad de estrategias alternas para la inducción a las tecnologías de fabricación digital.

Tabla 2		Tienes computadora en tu casa			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	62	57.94	57.94	57.94
	No	45	42.05	42.05	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-			
Total		107	100		

La Tabla 2 expresa como tendencia dominante que el 57.94 % de los alumnos participantes tiene computadora en su casa, mientras que el 42.05 % no posee este recurso.

Tabla 3		Tienes tablet			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	65	60.74	73.86	73.86
	No	23	21.49	26.13	100
Total		88	81.96	100	
Abstenciones		19	17.75		
Total		107	100		

La Tabla 3 muestra que el 73.86 % tiene una tablet o aparato similar mientras que el 26.13 % carece de dicha herramienta. Una nota relevante en este ítem es el alto número de abstenciones con un total de 19.

Tabla 4		Tienes teléfono celular			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	70	65.42	65.42	65.42
	No	37	34.57	34.57	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-			
Total		107	100		

En la Tabla 4 se observa que la tendencia dominante es la de poseer teléfono celular con un total de 65.42 % mientras que el 34.57 % carece de este recurso.

4.16.2 Acceso a internet

La posesión de equipos para tareas digitales debe ir acompañada del acceso a internet para explotar todas las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, en este sentido son contundentes los datos que se desprenden de las Tablas 5, 6 y 7. El acceso a internet en el hogar es de 78.50 %, el 73.83 % de los teléfonos de los participantes se conectan a internet, y lo más relevantes 91.58 % expresa saber el uso del internet. Acceso y uso del internet, son dos elementos básicos de la cultura digital, que se convierten en condiciones favorables para el diseño de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital en alumnos de escuelas primarias. Estos datos pueden ser relevantes si se considera además la ubicación de la población encuestada, en este caso el polígono 51, con todas las características ya señaladas previamente.

Tabla 5		Tienes internet en casa			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	84	78.50	78.50	78.50
	No	23	21.49	21.49	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-			
Total		107	100		

La Tabla 5 ofrece el dato de alumnos que dicen tener internet en su hogar con 78.50 % de respuestas positivas, mientras que el 21.49 % carece de este servicio en su hogar.

Tabla 6 Tu teléfono se conecta a internet

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	79	73.83	73.83	73.83
	No	28	26.16	26.16	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-			
Total		107	100		

La Tabla 6 representa a quienes expresan que su teléfono celular tiene acceso a internet con un porcentaje de 73.83 %, mientras quienes posees teléfono celular sin acceso a internet representan un 26.16 %.

Tabla 7 Sabes usar internet

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	98	91.58	91.58	91.58
	No	9	8.41	8.41	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-			
Total		107	100		

La respuesta con mayor contundencia aparece en la Tabla 7 donde el 91.58 % de los participantes afirma saber usar el internet, mientras que un 8.41 % niega saber el uso de este medio.

4.16.3 Uso de recursos digitales

En esta categoría se integran las respuestas sobre el uso del software más común en el ámbito digital escolar: el uso del procesador de texto, hoja de cálculo, herramientas de dibujo y manejo de imagen, como lo muestran las Tablas 8, 9 y 10 y 13 aparecen con bajo porcentaje de uso.

Por otro lado las Tablas 11, 12 y 14 que se refieren al uso de navegadores, buscadores y correo electrónico ofrecen alta respuesta de uso: 60.74 % expresa saber el uso navegadores, 81.30 % el uso de buscadores y

61.22 % el uso del correo electrónico; para el caso del diseño de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuelas primarias, esta información muestra vías de comunicación con los alumnos, además de la necesidad de mejorar la formación en el uso de herramientas de dibujo y manejo digital de imágenes.

Tabla 8 Sabes dibujar en computadora

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	39	36.44	38.61	38.61
	No	62	57.94	61.38	100
Total		101	94.38	100	
Abstenciones		6	5.60		
Total		107	100		

La Tabla 8 muestra que sólo el 38.61 % de los alumnos participantes expresa saber dibujar en la computadora, que el 61.38 % niega el uso de esta habilidad.

Tabla 9 Sabes usar Word

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	41	38.31	38.31	38.31
	No	66	61.68	61.68	100
Total		107	100	100	
Abstenciones					
Total		107	100		

En la Tabla 9 se representa a quienes expresan saber el uso del procesador de textos Word con un 38.31 % con respuesta positiva y un 61.68 % con respuesta negativa.

Tabla 10 Sabes usar Excel

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	22	20.56	20.56	20.56
	No	85	79.43	79.43	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-	-		
Total		107	100		

Con respecto al uso de la hoja de cálculo Excel en la Tabla 10 la respuesta dominante es la negativa con 79.43 % con un 20.56 % con respuesta afirmativa.

Tabla 11 Utilizar navegadores en internet

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	65	60.74	60.74	60.74
	No	42	39.25	39.25	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-	-		
Total		107	100		

La Tabla 11 muestra las respuestas de los alumnos a la pregunta de si conocen el uso de navegadores en internet con 60.74 % con respuesta positiva y 39.25 % con respuesta negativa.

Tabla 12 Utilizar buscadores en internet

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	87	81.30	81.30	81.30
	No	20	18.69	18.69	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-	-		
Total		107	100		

Con respecto al uso de buscadores en internet, la Tabla 12 muestra que el 81.30 % de los alumnos expresa saber el uso de buscadores, mientras que el 18.69 % niega su uso.

Tabla 13 Trabajo con imágenes software social

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	28	26.16	26.16	26.16
	No	79	73.83	73.83	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-	-		
Total		107	100		

En la Tabla 13 se representa la respuesta de los alumnos sobre el manejo de imágenes con sólo un 26.83 % dando respuesta afirmativa; mientras que con respuesta negativa aparece un 73.83 % de los participantes.

Tabla 14 Comunicar por correo electrónico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	73	68.22	68.22	68.22
	No	34	31.77	31.77	100
Total		107	100	100	
Abstenciones		-	-		
Total		107	100		

En la Tabla 14 un 68.22 % afirma saber comunicarse a través del correo electrónico, en tanto quienes niegan saber su uso es del 31.77 %.

4.16.4 ¿ Conocimiento nuevas tecnologías

La categoría hace referencia al conocimiento de las nuevas tecnologías, específicamente a las de fabricación digital. El 74.52 % de los alumnos participantes expresan no conocer lo que es una cortadora láser; en cambio con el respecto al conocimiento de una impresora 3D prácticamente el 50 % dice conocerlas y el otro 50 % no las conoce. Este último dato es interesante, ya que nos muestra que la introducción a las tecnologías de fabricación digital puede iniciar con el uso y demostración de las impresoras 3D al ser un recurso que más conocen los alumnos.

Tabla 15 Sabes que es una cortadora láser

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	27	25.23	25.47	25.47
	No	79	73.81	74.52	100
Total		106	99.06	100	
Abstenciones		1	0.93		
Total		107	100		

Sobre el conocimiento de ¿Qué es una cortadora láser? El 25.47 % afirma saberlo mientras que el 74.52 % niega saberlo.

Tabla 16 Conoces las impresoras 3D

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	52	48.59	49.52	49.52
	No	53	49.53	50.47	100
Total		105	98.12	100	
Abstenciones		2	1.86		
Total		107	100		

La Tabla 16 representa a quienes afirman conocer una impresora 3D con un 49.52 % de respuestas positivas y un 50.47 % con respuestas negativas.

4.16.6 ☒ Usos escolares

La declaración del amplio uso de internet párrafos arriba, se contrasta con las respuestas que señalan que el uso para temas de la escuela, ver Tabla 17, es en lo general bajo con porcentaje de 13.59 % en el nivel de Nada y 54.33 % en el nivel de Poco, que acumulados suman un 67.92 %. Al preguntar sobre el uso de internet para tareas el porcentaje aumenta ya que las respuestas en el nivel de Poco llegan al 39.42 % y en la Mucho al 53.84 %. Los datos aquí expresados muestran una línea de trabajo para reforzar en el desarrollo de la cultura digital de los alumnos.

Tabla 17 Usa internet con temas de la escuela

	Escala	frecuencia	porcentaje	porcentaje válido	porcentaje acumulado
Válido	Nada	14	13.08	13.59	13.59
	Poco	56	52.33	54.33	67.92
	Mucho	33	30.84	32.03	100
Total		103	96.25	100	
Abstenciones		4	3.73		
Total		107	100		

La Tabla 17 informa sobre el uso de internet para buscar información de uso escolar, el 13.59 % dice usarlo Nada, 54.33 % expresa usarlo Poco y 32.03 % elige la escala de Mucho.

Tabla 18 Usa internet para buscar información tarea

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	7	6.54	6.73	6.73
	Poco	41	38.31	39.42	46.15
	Mucho	56	52.33	53.84	100
Total		104	97.18	100	
Abstenciones		3	2.8		
Total		107	100		

La Tabla 18 se integra con las respuestas de quienes usan internet para realizar tareas escolares, 6.73 % responde Nada, 39.42 % se ubica en la respuesta de Poco, mientras que 53.84 % dice usarlo Mucho

4.16.6 Redes sociales

Participar con otras personas o grupos es un aspecto importante para el trabajo con las tecnologías de fabricación digital, identificar la disposición a interactuar en comunidades virtuales en los medios que ofrece internet es lo que se revisa en esta categoría. A la pregunta, Tabla 19, de si pueden comunicarse con otras personas participando en redes sociales hay una contundente respuesta positiva con el 77.35 %. A la pregunta si usan internet para redes sociales, la respuesta más alta en la tabla 21 es del 42.71 % en el nivel de Mucho, de 35.92 % en Poco y en nada de 21.35 %. Las anteriores respuestas contrastan con lo expresado en la Tabla 20 que interrogan sobre el trabajo en grupo, donde las respuestas tienden hacia un bajo uso en este sentido, el 11.65 % responde en el nivel de Nada, el 53.39 % expresa que Poco y el 34.95 % dice usarlo Mucho. Para el propósito del presente trabajo se deberá insistir en diseñar actividades que favorezcan el trabajo en comunidades digitales que favorezcan la cooperación y el intercambio en proyectos conjuntos.

Tabla 19		Comunicar con redes sociales			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	82	76.63	77.35	77.35
	No	24	22.42	22.64	100
Total		106	99.05	100	
Abstenciones		1	0.93		
Total		107	100		

La Tabla 19 representa las respuestas de quienes afirmar comunicarse a través de redes sociales con una respuesta afirmativa del 77.35 % y quienes niegan hacer uso de este recurso representan un 22.64 %.

Tabla 20 Usa internet para trabajar en grupo

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	12	11.21	11.65	11.65
	Poco	55	51.40	53.39	65.04
	Mucho	36	33.64	34.95	100
Total		103	96.25	100	
Abstenciones		4	3.73		
Total		107	100		

La Tabla 20 representa las respuestas de quienes usan internet para trabajar en grupo, responden Nada el 11.65 %, el 53.39 % expresa que Poco y el 34.95 % dice usarlo Mucho.

Tabla 21 Usa internet para redes sociales

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	22	20.56	21.35	21.35
	Poco	37	34.57	35.92	57.27
	Mucho	44	41.12	42.71	100
Total		103	96.25	100	
Abstenciones		4	3.73		
Total		107	100		

Sobre el uso de las redes sociales en la Tabla 21, los alumnos se ubican con el 42.71 % en el nivel de Mucho, en Poco el 35.92 % y en nada el 21.35 %.

Cuestionario Habilidades Digitales. Docentes



Figura 23. Categorías para organizar datos cuestionario docentes. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 23 se muestran las cinco categorías utilizadas para el análisis de los datos del Cuestionario de Habilidades Digitales aplicado a docentes de educación primaria, se insiste en que no se busca la generalización de los datos, su uso es para encontrar líneas de trabajo que fundamenten la propuesta de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de educación primaria.

La cultura digital de los docentes es un valioso recurso para cualquier iniciativa que busque llevar las tecnologías de fabricación digital a las escuelas, identificar sus fortalezas y áreas de oportunidad es un insumo necesario para un trabajo como el presente.

4.16.7 ☒ Uso de equipos

Esta categoría integra las respuestas que se refieren al uso cotidiano de los diversos equipos y herramientas relacionados con la cultura digital. Sobre el uso de la computadora, Tabla 22, los niveles con mayor porcentaje de respuesta son los de Bastante con 37.14 % y Mucho con 28.57 % acumulando un 65.71 %. Igual pasa con el uso de la impresora, Tabla 23, con respuesta en el nivel de Bastante de 28.57 % y el 34.28 % en el nivel de Mucho, acumulando el 65.71 %.

Similar tendencia se presenta en el uso de unidades de almacenamiento (USB, discos duros, CD y DVD) Tabla 25 con mayor porcentaje de respuesta en los niveles de Bastante y Mucho con 58.82 % acumulado. Este apartado muestra la tendencia al uso de estos equipos por parte de los docentes.

En los ítems que se refieren al uso del scanner, mantenimiento de computadora y conexión de proyector, la tendencia de uso es a la baja. Sobre el uso del scanner las respuestas dominantes tienden a ser negativas, la Tabla 24 muestra que el 25.71 % de las respuestas se ubica en el nivel de Nada, el 14.28% en Poco, el 25.71 % responde Algo.

En relación con el mantenimiento de una computadora, Tabla 26, el 28.57% expresa Nada de experiencia, 20 % indica Poca experiencia y el 22.85% en Algo de experiencia.

Sobre la experiencia en la conexión de reproductores y computadoras a un proyector, Tabla 27, las respuestas en Nada y Poca experiencia el porcentaje acumulado es de 45.7 %, como tendencia dominante en el ítem.

Tabla 22 Uso de la computadora

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	5.71	5.71
	Poco	4	11.42	11.42	17.13
	Algo	6	17.14	17.14	34.27
	Bastante	13	37.14	37.14	71.41
	Mucho	10	28.57	28.57	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 22 representa las respuestas de los maestros sobre su experiencia en el uso de la computadora, el 5.71 % responde Nada, el 11.42 % su respuesta es Poco, 17.14 % se ubican en Algo, mientras que 37.15 % responde Bastante y el 28.57 % señalan Mucho.

Tabla 23 Uso de la impresora

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.28	14.28
	Poco	2	5.71	5.71	19.99
	Algo	6	17.14	17.14	37.13
	Bastante	10	28.57	28.57	65.7
	Mucho	12	34.28	34.28	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre la experiencia en uso de la impresora, los docentes responden 14.28 % en el nivel de Nada, 5.71 % se ubica en Poco, 17.14 % en algo, mientras que las respuestas con mayor porcentaje son 28.57 % en Bastante y 34.28 % en Mucho.

Tabla 24		Uso de scanner			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	9	25.71	25.71	25.71
	Poco	5	14.28	14.28	39.99
	Algo	9	25.71	25.71	65.7
	Bastante	6	17.14	17.14	82.84
	Mucho	6	17.14	17.14	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Con respecto al uso del scanner las respuestas dominantes tienden a ser negativas, la Tabla 24 muestra que el 25.71 % de las respuestas se ubica en Nada, el 14.28 % en Poco, el 25.71 % responde Algo y con porcentaje similar de 17.14 % los que se ubicaron en Bastante y Mucho.

Tabla 25		Uso de unidades de almacenamiento			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	3	8.57	8.82	8.82
	Poco	4	11.42	11.76	20.58
	Algo	7	20	20.58	41.16
	Bastante	9	25.71	26.47	67.63
	Mucho	11	31.42	32.35	100
Total		34	97.12	100	
Abstenciones		1			
Total		35			

En la Tabla 25 se muestran las respuestas al ítem sobre su experiencia con de unidades de almacenamiento ya sea USB, discos duros, CD o DVD, en el nivel de Nada las respuestas son de un 8.82 %, en Poco de un 11.76 %, en el nivel de Algo se ubica el 20.56 % de los participantes, mientras que en Bastante y Mucho los porcentajes respectivos son de 26.47 % y 32.35 %, siendo la tendencia dominante en este ítem.

Tabla 26 Realizar mantenimiento computadora

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	10	28.57	28.57	28.57
	Poco	7	20	20	48.57
	Algo	8	22.85	22.85	71.42
	Bastante	5	14.28	14.28	85.7
	Mucho	5	14.28	14.28	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 26 muestra la experiencia de los docentes en cuanto al mantenimiento de un computador, 28.57 % expresa Nada de experiencia, 20 % indica Poca experiencia, 22.85 % se ubica en Algo de experiencia y en los niveles de Bastante y Mucha las respuestas son del 14.28 % en cada uno de estos dos últimos niveles.

Tabla 27 Conectar reproductores y laptop a proyector

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	8	22.85	22.85	22.85
	Poco	8	22.85	22.85	45.7
	Algo	4	11.42	11.42	57.12
	Bastante	12	34.28	34.28	91.4
	Mucho	3	8.57	8.57	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

En la Tabla 27 se muestran las respuestas sobre la experiencia en la conexión de reproductores y computadoras a un proyector de imagen, las respuestas muestran un equilibrio entre los extremos de la escala. En Nada y Poca experiencia la respuesta es de 22.85 % en cada nivel, con un total de acumulado de 45.7 %, siendo la tendencia dominante en el ítem. Mientras que en Mucha y Bastante experiencia los porcentajes de 8.57 % y 34.28 %, con porcentaje acumulado de 42.85 %.

4.16.8 ☞ Uso de recursos digitales

La categoría muestra la experiencia de los docentes con software de uso regular como Word, Excel, Power Point, Movie Maker, antivirus, navegador, buscador y algunos servicios y productos del ámbito digital como almacenamiento en la nube, creación y obtención de imágenes, obtención y manipulación de videos, creación y uso de bases de datos.

La Tabla 28, concentra los resultados de las Tablas 29, 30, 31, 33, 34 y 36, la cual muestra el software donde los docentes declaran mayor experiencia, el porcentaje acumulado se refiere a la suma de los niveles de Bastante y Mucho, a la vez que se muestra la respuesta en el nivel de Mucho.

Tabla 28

Mayor experiencia software		
	% Acumulado	Nivel Mucho
Word	68.56 %	45.71 %
Imagen	62.85 %	34.28 %
Buscador	62.85 %	37.14 %
Navegador	59.99 %	37.14 %
Power Point	48 %	28.57 %
Antivirus	48 %	25.71 %

En la obtención y manipulación de videos, Tabla 32, en el nivel de Algo de experiencia es la que reporta mayor porcentaje 28.57 %, sin embargo, los niveles de Nada y Poco acumulan el 40 % de respuestas.

Donde se refleja una sensible falta de experiencia es en el uso de la nube para almacenamiento, Tabla 35, donde el mayor porcentaje de respuestas

se acumula en los niveles de Nada y Poco con porcentaje acumulado de 57.13 %.

En la Tabla 37, sobre el uso de Movie Maker, el 68.56 % de respuesta se acumula en los niveles de Nada y Poco. En estos tres ítems, Tablas 32, 35 y 37 es donde se reporta mayor falta de experiencia.

En el uso de Excel, Tabla 38 y uso de bases con información de alumnos, Tabla 39, las respuestas tienden a distribuirse de manera más homogénea entre los cinco niveles de la escala.

Tabla 29 Uso de programas antivirus

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	7	20	20	20
	Poco	4	11.42	11.42	31.42
	Algo	7	20	20	51.42
	Bastante	9	25.71	25.71	77.13
	Mucho	8	22.85	22.85	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Ante la pregunta sobre la experiencia en el uso de programas antivirus en la Tabla 29 se muestran las respuestas de los participantes donde un 20 % se ubica en el nivel de Nada, 11.42 % en Poco, 20 % en Algo y en el nivel de Bastante se ubica el 25.71 % junto el 22.85 % de nivel Mucho, representando estos dos últimos niveles la tendencia dominante en este ítem.

Tabla 30 Uso procesador de textos Word

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	5.71	5.71
	Poco	4	11.42	11.42	17.13
	Algo	5	14.28	14.28	31.41
	Bastante	8	22.85	22.85	54.26
	Mucho	16	45.71	45.71	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 30 muestra la experiencia de los docentes en el uso del procesador de textos Word, en el nivel de Nada se ubica el 5.71 %, en Poco el 11.42 %, en Algo el 14.28 %, en Bastante el 22.85 % y el nivel donde se ubican más participantes es el de Mucho con el 45.71 %.

Tabla 31 Crear y obtener imágenes

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.28	14.28
	Poco	1	2.85	2.85	17.13
	Algo	7	20	20	37.13
	Bastante	10	28.57	28.57	65.7
	Mucho	12	34.28	34.28	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre la experiencia en crear y obtener imágenes fotográficas la Tabla 31 muestra la amplia experiencia declarada por los docentes en los niveles de Mucha y Bastante se ubica el 34.28 % y 28.57 % respectivamente, mientras que en el nivel de Nada hay un 14.28 %, en Poca 2.85 % y en Algo el 20 %.

Tabla 32 Obtener y manipular video

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.28	14.28
	Poco	9	25.71	25.71	39.99
	Algo	10	28.57	28.57	68.56
	Bastante	5	14.28	14.28	82.84
	Mucho	6	17.14	17.14	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 32 muestra la experiencia de los participantes en la obtención y manipulación de videos, en el nivel de Nada con el 14.28 %, en el nivel de Poco 25.71 %, en Algo es el 28.57 %, en Bastante 14.28 % y en Mucho 17.14 %, siendo el nivel Algo donde hay mayor porcentaje de respuestas.

Tabla 33 Uso de navegador

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	3	8.57	Uso de 8.57	8.57
	Poco	5	14.28	14.28	22.85
	Algo	6	17.14	17.14	39.99
	Bastante	8	22.85	22.85	62.84
	Mucho	13	37.14	37.14	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

En la Tabla 33 se representa la experiencia de los docentes en el uso de navegador en internet, en el nivel de Mucho hay una respuesta del 37.14 % y en la de Bastante de 22.85 %, estos dos niveles muestran la tendencia en este ítem; ya que en el nivel de Nada de experiencia la respuesta es de 8.57 %, de 14.28 % en Poca y de 17.14 % en el nivel de Algo de experiencia.

Tabla 34 Uso de buscador

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	5.71	5.71
	Poco	4	11.42	11.42	17.13
	Algo	7	20	20	37.13
	Bastante	9	25.71	25.71	62.84
	Mucho	13	37.14	37.14	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

En la Tabla 34 se representa la experiencia de los docentes en el uso de un buscador en internet, en el nivel de Mucha hay una respuesta del 37.14 % y en la de Bastante de 25.71 %, estos dos niveles muestran la tendencia en este ítem, ya que en el nivel de Nada de experiencia la respuesta es de 5.71 %, de 11.42 % en Poca, y de 20 % en el nivel de Algo de experiencia.

Tabla 35 Uso de la nube almacenar información

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	12	34.28	34.28	34.28
	Poco	8	22.85	22.85	57.13
	Algo	11	31.41	31.41	88.54
	Bastante	1	2.85	2.85	91.39
	Mucho	3	8.57	8.57	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Experiencia en el uso de la nube para guardar información, la Tabla 35 muestra la poca experiencia en esta actividad digital. En el nivel de Nada se ubica el 34.28 %, en Poca 22.85 %, acumulando ambos niveles suma el 57.13 %, siendo la tendencia de respuesta en este ítem. En el nivel de Algo de experiencia la respuesta es de 31.41 %, en Bastante de 2.85 % y en Mucha es de 8.57 %.

Tabla 36 Uso de Power Point en el aula

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	7	20	20	20
	Poco	9	25.71	25.71	45.71
	Algo	2	5.71	5.71	51.42
	Bastante	10	28.57	28.57	79.99
	Mucho	7	20	20	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre el uso de Power Point en el aula, la respuesta de los docentes ofrece una imagen con una distribución en equilibrio tal como puede observarse en la Tabla 36. En el nivel de Nada de experiencia el porcentaje es de 20 %, en Poca es del 25.71 %, en Algo de experiencia es de 5.71 % en Bastante de 28.57 % y en Mucha de 20 %.

Tabla 37 Uso Movie Maker para clases

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	19	54.28	54.28	54.28
	Poco	5	14.28	14.28	68.56
	Algo	7	20	20	88.56
	Bastante	2	5.71	5.71	94.27
	Mucho	2	5.71	5.71	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre la experiencia en el uso de Movie Maker la respuesta de los docentes en lo general es negativa, ya que en el nivel de Nada hay un 54.28 % de respuestas, en Poca, de 14.28 %, representando de manera acumulada el 68.56 % mientras que en el nivel de Algo de experiencia el porcentaje de respuesta es de 20 %, en Bastante de 5.71 % y en Mucho también de 5.71 %.

Tabla 38 Uso de Excel para registro calificaciones

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.28	14.28
	Poco	7	20	20	34.28
	Algo	8	22.85	22.85	57.13
	Bastante	7	20	20	77.13
	Mucho	8	22.85	22.85	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 38 se refiere al uso de la hoja de cálculo Excel para el registro de calificaciones de alumnos, las respuestas positivas tienen mayor presencia, en Mucha experiencia es de 22.85%, en Bastante de 20%, en Algo llega al 22.85; mientras que en el nivel de Nada es 14.28% y en Poca de 20%.

Tabla 39		Uso de base datos de alumnos			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	6	17.14	17.14	17.14
	Poco	7	20	20	37.14
	Algo	9	25.71	25.71	62.85
	Bastante	6	17.14	17.14	79.99
	Mucho	7	20	20	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre el uso de bases de datos con información de los alumnos, la Tabla 39 muestra las siguientes respuestas, en el nivel de Nada de experiencia es de 17.14 %, en el nivel de Poca experiencia es de 20 %, en el nivel de Algo es de 25.71 % , en Bastante es de 20 % y en el de Mucha experiencia la respuesta es del 20 %.

4.16.9 Comunicación

La categoría se integra con los ítems relacionados con la experiencia de los docentes en habilidades comunicativas. La menor experiencia docente se ubica en los ítems de creación y diseño de blogs o bitácoras, Tabla 40, con porcentaje acumulado en los niveles de Nada y Poca de 79.99 %. Le sigue en este mismo sentido de menor experiencia el ítem de participación en redes de ámbito profesional (Linkedin, Xing) Tabla 41, con porcentaje acumulado en los niveles de Nada y Poca experiencia con 71.42 %.

En el ítem de participación apropiada en foros, Tabla 42, las respuestas se distribuyen de manera muy uniforme entre los cinco niveles de la escala, en el nivel Algo de experiencia, se presenta el mayor porcentaje de respuestas con 26.47 %.

La mayor experiencia de los participantes se muestra en el uso de WhatsApp con 76.46 % acumulado en los niveles de Bastante y Mucha experiencia en Tabla 43.

En el uso de correo electrónico el porcentaje acumulado en los niveles de Bastante y Mucha experiencia es 62.86 %, igual ocurre en uso de redes sociales con 54.28 %. Ver Tablas 44 y 45.

Con respecto a si se considera competente para participar en blogs, en los resultados de la Tabla 46 la tendencia dominante se ubica en los niveles de Nada con 22.85 % y Poco con 28.57 %, acumulando el 51.42 %. En el nivel de Algo las respuestas llegan al 20 %, en Bastante es de 17.14 % y en Mucho a 11.42 %.

Los datos anteriores ayudan a construir un perfil del docente sobre sus habilidades digitales y sirven al propósito del proyecto para definir una estrategia de comunicación y seguimiento con los docentes que deseen participar en las actividades para llevar tecnologías de fabricación digital a las escuelas primarias.

Tabla 40		Diseño y uso de blogs o bitácoras			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	20	57.14	57.14	57.14
	Poco	8	22.85	22.85	79.99
	Algo	3	8.57	8.57	88.56
	Bastante	2	5.71	5.71	94.27
	Mucho	2	5.71	5.71	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

En la Tabla 40 se describen las respuestas sobre si el docente tiene experiencia en diseñar, crear o modificar blogs o bitácoras, en el nivel de Nada de experiencia y Poca experiencia las respuestas acumulados de 57.14 % y 22.85 % suman 79.90 %, mostrando la respuesta dominante del ítem. En el nivel de Algo es de 8.57 %, en Bastante y Mucho es de 5.71% respectivamente.

Tabla 41		Usa de redes de ámbito profesional			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	12	34.28	34.28	34.28
	Poco	13	37.14	37.14	71.42
	Algo	5	14.28	14.28	85.7
	Bastante	4	11.42	11.42	97.12
	Mucho	1	2.85	2.85	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

En la Tabla 41 se describe la experiencia docente sobre su participación en redes del ámbito profesional como LinkedIn y Xing, la tendencia dominante se ubica en los niveles de Nada con 34.28 % y en Poco con 37.14 %, en el nivel de Algo la respuesta es de 14.28 %, en Bastante de 11.43 % y de 2.85 % en Mucho.

Tabla 42		Participa en foros			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.70	14.70
	Poco	7	20	20.58	35.28
	Algo	9	25.71	26.47	61.75
	Bastante	8	22.85	23.52	85.27
	Mucho	5	14.28	14.70	100
Total		34	97.12	100	
Abstenciones		1			
Total		35			

Sobre la experiencia de participar en foros digitales, la tabla 42 muestra las respuestas docentes, en el nivel de Nada es de 14.70 %, en el de Poco llega al 20.58 %, en algo de experiencia el porcentaje es de 26.47 %, de 23.52 % en el nivel de Bastante y en Mucho es de 14.70 %.

Tabla 43 Uso de WhatsApp con texto y multimedia

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	1	2.85	2.94	2.94
	Poco	2	5.71	5.88	8.82
	Algo	5	14.28	14.70	23.52
	Bastante	8	22.85	23.52	47.04
	Mucho	18	51.42	52.94	100
Total		34	97.11	100	
Abstenciones		1			
Total		35			

En la Tabla 43 se expresa la experiencia de los docentes en el uso de la aplicación WhatsApp usando texto y multimedia, los altos porcentajes de respuesta en Mucha con 52.94 % y en Bastante con 23.52 % así lo demuestran, mientras que los que expresen Nada de experiencia representan el 2.94 %, con Poca el 5.88 % y en el nivel de Algo el porcentaje es de 14.70 %.

Tabla 44 Uso de correo electrónico

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	5.71	5.71
	Poco	1	2.85	2.85	8.56
	Algo	10	28.57	28.57	37.13
	Bastante	11	31.42	31.42	68.55
	Mucho	11	31.41	31.42	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 44 muestra la experiencia en el uso del correo electrónico, los profesores señalaban tener amplia experiencia, en los niveles de Mucha y Bastante en cada uno hay una respuesta del 31.42 %, si se agrega el nivel de Algo con el 28,57 %. Mientras quienes declaran Nada de experiencia representan el 5.71 %, y en Poca el 2.85 %.

Tabla 45 Participa en redes sociales

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	5.71	5.71
	Poco	3	8.57	8.57	14.28
	Algo	11	31.42	31.42	45.7
	Bastante	6	17.14	17.14	62.84
	Mucho	13	37.14	37.14	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 45 muestra la experiencia de este grupo profesional en la participación en redes sociales (Facebook, Twitter, Hi5, Myspace, etc). En el nivel de Mucha el porcentaje de respuesta es de 37.14 %, en Bastante 17.14 % que acumulados representan la tendencia dominante en el ítem con el 54.28 % acumulado, quienes expresan Nada de experiencia son el 5.71 %, con Poca el 8.57 % y con Algo de experiencia el 31.42 %.

Tabla 46 Competencia para participar en blogs

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	8	22.85	22.85	22.85
	Poco	10	28.57	28.57	51.42
	Algo	7	20	20	71.42
	Bastante	6	17.14	17.14	88.56
	Mucho	4	11.42	11.42	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 46 describe las respuestas a la pregunta si se considera competente para participar en blogs, la tendencia dominante se ubica en los niveles de Nada con 22.85 % y Poco con 28.57 %. En el nivel de Algo las respuestas llegan al 20 %, en Bastante es de 17.14 % y en Mucho a 11.42 %.

4.16.10 ☞ Práctica docente digital

En esta categoría se agregan los ítems relacionados con el uso docente de recursos digitales, en ésta como en las otras categorías se identifican respuestas extremas, como es el caso del ítem que pregunta sobre la experiencia de los docentes en el uso de simuladores para prácticas de laboratorio, Tabla 47, la respuesta en sentido negativo es del 79.99 % en los niveles de Nada y Poca experiencia. Similar tendencia se observa en el ítem, Tabla 48, que pregunta sobre los alumnos realizando presentaciones en el aula usando las TICs, el porcentaje acumulado de los niveles Nada y Poca experiencia es de 77.14%, destacando el nivel Nada de experiencia con 57.14 % de respuestas.

El ítem, Tabla 49, recupera las respuestas docentes sobre su experiencia en el desarrollo de proyectos que involucren la búsqueda de información en internet. Las respuestas se agrupan en los niveles centrales de la escala, el nivel Algo de experiencia recibe el mayor porcentaje con 40 %.

Las anteriores respuestas indican líneas a trabajar con los docentes y se convierten en un recurso para el diseño de estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital, al igual que las ítems, Tablas 50, 51 y 52 que describen un trabajo docente involucrando mayores recursos digitales, como el uso de TIC con sentido didáctico con porcentaje acumulado de 48.56 %. La aceptación de las TIC como ayuda al trabajo docente con porcentaje acumulado de 78.78 %. y la búsqueda de información en internet para sus clases con 51.42% acumulado.

Tabla 47 Simulaciones de laboratorio vía internet

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	19	54.28	54.28	54.28
	Poco	9	25.71	25.71	79.99
	Algo	4	11.42	11.42	91.41
	Bastante	2	5.71	5.71	97.12
	Mucho	1	2.85	2.85	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

Sobre la experiencia en el uso de simulaciones digitales para prácticas de laboratorio, la Tabla 47 muestra una tendencia negativa sobre la experiencia con este recurso digital, en el nivel de Nada de experiencia las respuestas llegan a 54.28 % junto con Poca experiencia con el 25.71 %, representa una mínima experiencia en este tema.

Tabla 48 Alumnos realizan presentaciones con TICs

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	20	57.14	57.14	57.14
	Poco	7	20	20	77.14
	Algo	6	17.14	17.14	94.28
	Bastante	0	0	0	94.28
	Mucho	2	5.72	5.72	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 48 representa la experiencia de los docentes cuando sus alumnos hacen uso escolar de las TICs, en el nivel de Nada de experiencia el porcentaje es de 57.14 %, con Poca experiencia es de 20 %, que acumulados llegan al 77.14 %, lo que representa la tendencia en este ítem. En los niveles de Algo es de 17.14 %, en Bastante es de 0 % y en Mucho de 5.72 %.

Tabla 49 Proyectos para buscar información en internet

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	4	11.41	11.41	11.41
	Poco	5	14.28	14.28	25.69
	Algo	14	40	40	65.69
	Bastante	9	25.71	25.71	91.4
	Mucho	3	8.57	8.57	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 49 describe las respuestas sobre las experiencias de los profesores en el desarrollo de proyectos escolares que involucren la búsqueda de información en internet, Nada de experiencia el porcentaje de respuesta es de 11.41 %, en Poca es de 14.28 %, en Algo de experiencia llega al 40 %, en Bastante al 25.71 % y en Mucha experiencia es de 8.57 %.

Tabla 50 Uso de TICs con sentido didáctico

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	5	14.28	14.28	14.28
	Poco	8	22.85	22.85	37.13
	Algo	5	14.28	14.28	51.41
	Bastante	13	37.14	37.14	88.55
	Mucho	4	11.42	11.42	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 50 muestra la experiencia en el uso de las TICs en el trabajo docente, en el nivel de Nada de experiencia la respuesta llega al 14.28 %, en Poca es de 22.85 %, en tanto con Algo de experiencia las respuestas alcanzan el 14.28 %, en Bastante es del 37.14 % y en Mucha de 11.42 %.

Tabla 51 TICs ayudan en trabajo docente

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	5.71	6.06	6.06
	Poco	0	0	0	6.06
	Algo	5	14.28	15.15	21.22
	Bastante	8	22.85	24.24	45.45
	Mucho	18	51.42	54.54	100
Total		33	94.26	100	
Abstenciones		2			
Total		35			

La Tabla 51 muestra la información de si el docente en su experiencia considera que las TICs le ayudan en su trabajo. El 54.54 % ubica su respuesta en el nivel de Mucho y el 24.24 % en el nivel de Bastante, representando la tendencia mayoritaria con porcentaje acumulado de 78.78 %. En el nivel de Algo es de 15.15 %, en Poco es de 0 % y en Nada es de 6.06 %.

Tabla 52 Realiza búsqueda en internet para clases

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	4	11.42	11.42	11.42
	Poco	2	5.71	5.71	17.13
	Algo	11	31.42	31.42	48.55
	Bastante	9	25.71	25.71	74.26
	Mucho	9	25.71	25.71	100
Total		35	100		
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 51 representa la experiencia docente en buscar información en internet para para el trabajo de aula, la respuesta dominante se ubica en los niveles de Mucho y Bastante con 25.71 % en ambos niveles, acumulados representan el 51.42 %. En el nivel de Algo el porcentaje es de 31.42 %, en Poca experiencia es de 5.71 % y en nada de 11.42 %.

4.16.11 Conocimiento nuevas tecnologías

La última categoría agrupa las respuestas sobre conocimiento de nuevas tecnologías, Tablas 53, 54 y 55, con una tendencia dominante negativa, acumulando porcentajes de los niveles de Nada y Poca experiencia; para conocimiento de una impresora 3D es porcentaje acumulado es 48.56 %, en conocimiento de cortadora láser es de 62.85%, y conocimiento de Fab Lab 65.71%. Estos resultados señalan un tema a reforzar en la comunicación con los docentes.

Tabla 53 Conoce impresora 3D

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	11	31.42	31.42	31.42
	Poco	6	17.14	17.14	48.56
	Algo	7	20	20	68.56
	Bastante	9	25.71	25.71	94.27
	Mucho	2	5.71	5.71	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 53 muestra las respuestas sobre el conocimiento de qué es una impresora 3D. En el nivel de Nada con 31.42% de las respuestas, en Poco es de 17.14 % y en Algo de 20 %. En el nivel de Bastante llega al 25.71 % y en Mucho al 5.71 %.

Tabla 54 Conoce cortadora láser

	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	14	40	40	40
	Poco	8	22.85	22.85	62.85
	Algo	5	14.28	14.28	77.13
	Bastante	6	17.14	17.14	94.27
	Mucho	2	5.71	5.71	100
Total		35	100	100	
Abstenciones		-			
Total		35			

La Tabla 54 ilustra las respuestas sobre el conocimiento de qué es una cortadora láser. En el nivel de Nada con 40 % de las respuestas, en Poco es de 22.85 % y en Algo de 14.28 %. En el nivel de Bastante llega al 17.14 % y en Mucho al 5.71 %.

Tabla 55		Sabe que es un Fab Lab			
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	21	60	77.77	77.77
	Poco	2	5.71	7.40	85.17
	Algo	3	8.57	11.11	96.28
	Bastante	0	0	0	96.28
	Mucho	1	2.85	3.70	100
Total		27	77.13	100	
Abstenciones		8			
Total		35			

La Tabla 55 muestra las respuestas sobre el conocimiento de qué es un Fab Lab. En el nivel de Nada las respuestas son del 77.77 %, en Poco es de 7.40 % y en Algo de 11.11 %. En el nivel de Bastante es de 0 % y en Mucho es del 3.70 %.

Los datos anteriores muestran un perfil del docente y su cultura digital, ciertamente no es el más preciso y detallado, incluso después de la aplicación se identificaron diversas fallas y errores en el cuestionario, como preguntas dobles en el mismo ítem, necesidad de mayor precisión en los ejemplos; a favor se puede señalar que la estructura de los cuestionarios permitió una aplicación ágil y rápida.

Por el lado de los resultados y el propósito del trabajo, la información permite contar con una imagen más precisa sobre las habilidades digitales de alumnos y docentes, permite construir una forma de comunicación más cercana la experiencia de los alumnos y maestros, a la vez que señala aspectos donde se requiere mayor precisión en la comunicación.

Los dos cuestionarios, aún presentan fallas, pero a la vez se convierten posibles líneas de trabajo hacia una mayor precisión en identificación de la cultura digital de alumnos y docentes en las escuelas de educación básica.

El trabajo de identificar las habilidades digitales de alumnos y docentes se queda corto y limitado, en este punto se recupera lo señalado por Uzelac (2010) sobre cultura digital "...es una noción nueva y compleja... La cultura digital de hoy enmarca la experiencia del mundo que nos rodea y nos brinda un conjunto complejo de herramientas".

Se afirma que el presente trabajo queda corto y limitado si además se considera lo señalado por Franco citado por Kulesz (2017)

...se ha pensado que un proyecto que se desarrolla en el campo de la cultura digital necesita información, dispositivos y conectividad. Pero no debemos poner eso en el centro: lo más importante son las personas y su capacidad de crear. Lo crucial aquí es la cultura, las prácticas colectivas, las representaciones y motivaciones profundas. Subrayado nuestro.

De lo anterior se concluye que cultura digital es un concepto relativamente nuevo, en proceso de construcción; el concepto va más allá de las uso de las herramientas y dispositivos, incluye el entorno que se genera por el uso de los recursos digitales; las formas de producir conocimiento y soluciones y sobre todo las formas de interacción social, las relaciones sociales, los modos de pensamiento, las nuevas comunidades que se crean a partir las actividades digitales.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y propuestas

5.1 Conclusiones y recomendaciones

La primer conclusión es que la realidad siempre rebasa nuestra visión y es más rica y complicada en la medida que se adentra uno en el problema de investigación. La vida de las escuelas públicas de primaria y secundaria posee una riqueza y complejidad difícil de captar y comprender para un observador ajeno a ellas.

Durante el diseño previo del proyecto se anticipaba un trabajo sencillo, grupos de alumnos de primaria y secundaria trabajando en el Fab Lab, aprendiendo sobre las tecnologías de fabricación digital, desarrollando una experiencia para construir una guía de acercamiento a tales tecnologías; esta era la imagen concreta de la investigación a desarrollar y en lo fundamental así ocurrió.

En las escuelas primarias y secundarias se encontró interés y apertura al proyecto, buena disposición de inspectores, directores, docentes, alumnos y padres de familia, el tema de las tecnologías de fabricación digital, como cualquier otro tema de tecnología, conlleva un prestigio y reconocimiento que son reconocidos ampliamente en la comunidad de las escuelas de educación básica.

La hipótesis que orienta el presente trabajo: *El desarrollo de una experiencia de inducción a las tecnologías de fabricación digital con estudiantes y profesores en escuelas públicas de educación básica permitirá recuperar información para el diseño de estrategias para la introducción de las TFD de acuerdo con las condiciones y necesidades de las escuelas públicas de educación básica.* Se considera que se comprueba parcialmente, dado que los ajustes que se dieron durante el trabajo de campo obligaron a considerar aspectos no incluidos desde el principio, es un fallo del presente trabajo el no incluir desde el inicio la cultura de la escuela, sus usos y costumbres, sus normas y formas de trabajo.

El desarrollo de la experiencia de inducción (sesiones de trabajo en el Fab Lab con los alumnos de primaria) junto con las entrevistas (a supervisores, directores de escuela, docentes y alumnos), más los datos obtenidos en la aplicación de los Cuestionarios de Habilidades Digitales para alumnos y docentes, estas tres fuentes, ofrecen información que permite afirmar que se cuenta con elementos para diseñar una propuesta de inducción a las tecnologías de Fabricación Digital para alumnos de primaria, más adecuada a las condiciones de la cultura escolar en educación primaria.

Una propuesta que incluye y considera las normas que rigen la vida en las escuelas, que busca enlazarse con el Plan y Programa de estudio, que busca articularse con el trabajo diario de los docentes sin convertirse en una carga mayor. Una propuesta que ha de partir de la cultura digital que poseen y experimentan alumnos y docentes.

La experiencia desarrollada permite afirmar que es posible desde la UANL y la Facultad de Arquitectura concretar proyectos sobre el aprendizaje y uso de las tecnologías de fabricación digital en comunidades en condiciones de pobreza.

Este proyecto ha permitido al Fab Lab de la Facultad de Arquitectura identificar necesidades concretas de las escuelas y comunidades donde se desarrolló el proyecto, generando información para desarrollar proyectos más cercanos a las necesidades y condiciones de dichas comunidades.

Desde el trabajo acumulado en la investigación, si se logra la introducción de las TFD a las escuelas públicas de educación básica, será posible hablar de innovación en educación básica, en el sentido que señala el Manual de Oslo, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2006) “Innovación de producto: Corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, subrayado nuestro o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina”.

Las tecnologías de fabricación digital son parte del presente y del futuro, formarán parte de la vida cotidiana y de la vida laboral. Formar y orientar a los estudiantes de educación básica en este tema es una tarea con muchos retos, pero pronto ha de generalizarse, así como hoy existen talleres y cursos en las escuelas de educación básica para robótica o programación, en el futuro las escuelas primarias y secundarias contarán con un laboratorio de fabricación digital que les permita hacer casi todo. Para llegar a esta meta es necesario desarrollar más investigación, para lograr una educación que permita a los alumnos y sus familias participar plenamente de la nueva cultura digital.

Al final del trabajo se acumulan nuevas preguntas e interrogantes, aún más, que las que se plantearon al inicio del proyecto. Con más tiempo y recursos será posible profundizar y desarrollar un estudio con mayor amplitud y detalle, esto no es viable en razón de los tiempos y límites naturales para un trabajo de esta naturaleza, quedan tareas pendientes para continuar con la promoción de las tecnologías de fabricación digital para alumnos de las escuelas primarias públicas.

5.2 Propuesta: Estrategias de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuela primaria

Después de la revisión teórica sobre las tecnologías de fabricación digital, junto con la información y datos obtenidos en el trabajo de campo en la experiencia de inducción con alumnos de primaria; las entrevistas con supervisores, inspectores, directores, docentes y alumnos; además de la aplicación y análisis de cuestionarios de habilidades digitales. Se proponen las siguientes estrategias y recomendaciones para la construcción de un programa de inducción a las tecnologías de fabricación digital para alumnos de escuelas primarias públicas.

- Relacionar la propuesta con el Plan y Programas de Estudio 2011, especialmente con lo que se denomina *Aprendizajes Esperados* (a partir del 2018 con el Nuevo Modelo Educativo)
- Establecer un marco de acuerdo con la autoridad educativa estatal para la formación en el uso de las tecnologías de fabricación digital.
- Planear con anticipación las actividades, de preferencia en el mes de agosto al inicio del ciclo escolar, para obtener espacio y sea considerada dentro de las actividades de la escuela y de los docentes.
- Incluir docentes de educación básica para el diseño de las actividades con los alumnos.
- Involucrar a los docentes más jóvenes, quienes tienen una mayor disposición y formación hacia el uso de las tecnologías digitales.
- Promover la integración de *mini Fab labs*, el crecimiento en la demanda de equipos como routers CNC, plotters, grabadoras láser, impresoras

3D, ha generado la oferta de equipos para usuarios individuales, para pequeños talleres y negocios con precios actualmente muy accesibles y a la baja.

- Incluir un muestrario físico y digital -para efectos didácticos- más amplio de las posibilidades de aplicación en la vida cotidiana de las tecnologías de fabricación digital.
- Impulsar en los alumnos participantes el uso de las tecnologías de fabricación digital para la resolución de problemas y necesidades de la comunidad inmediata.
- En la relación con los docentes hay que partir de lo que ellos conocen, especialmente en su conocimiento y habilidades con la cultura digital.
- Con los alumnos, hay una serie de ventajas para un programa de esta naturaleza, el acceso a internet en mayoría de los alumnos, su capacidad de usar y navegar en internet, su disposición a trabajar en equipo y relacionarse con otros niños y jóvenes de su edad.
- Diseñar una capacitación previa de los alumnos y docentes en los programas de diseño con SketchUp y Tinker CAD, este paso ayuda a concentrar las actividades en el proceso global de las tecnologías de fabricación digital.
- Establecer una página web de soporte, para el acceso a recursos digitales disponibles en la red, intercambio y colaboración en proyectos con alumnos de otras escuelas y divulgación de logros.

- Integrar un catálogo actualizado de equipos, programas y aplicaciones para la integración de un Fab Lab en escuelas públicas de educación básica, orientado a directores, docentes y padres de familia.
- Diseñar actividades para favorecer la coparticipación de padres y madres de familia en las actividades del programa de formación en las tecnologías de fabricación digital.
- Insistir con directivos, docentes, alumnos y padres de familia que parte del futuro de la vida cotidiana y laboral estará relacionado con las tecnologías de fabricación digital y este es el momento para iniciarse en el nuevo mundo digital.
- Como producto final se presenta en las páginas 188-202 el cuaderno (booklet) “Aprender Fabricando” como propuesta mínima para el trabajo de inducción a las tecnologías de fabricación digital en escuelas primarias públicas.

5.3. Futuras líneas de investigación.

Al final del presente trabajo se acumulan nuevas preguntas e interrogantes, aún más, que las que se plantearon al inicio del proyecto. Con más tiempo y recursos sería posible profundizar y desarrollar un estudio mayor amplitud y detalle, esto no es posible por razón de los tiempos y límites naturales para un trabajo de esta naturaleza.

quedan tareas pendientes para continuar con la promoción de las tecnologías de fabricación digital.

Algunas líneas de investigación pueden ser las siguientes.

Desarrollo de un mini Fab Lab (paquete de tecnologías de fabricación digital) de bajo costo para escuelas públicas.

Actividades para trabajos con TFD diseñado por docentes de escuelas primarias y secundarias.

Identificar con mayor precisión lo cultura digital de alumnos y docentes en educación básica.

Identificar las barreras de acceso y uso Alva (2015) a la cultura digital en educación básica.

Trabajo con las TFD en espacios comunitarios ubicados en zonas marginadas.

Una certeza final es aún hay mucha tarea pendiente para continuar con la promoción de las tecnologías de fabricación digital.

5.4 Cuaderno. “Aprender Fabricando”



Dra. Alejandra Marín González
LDI. Roberto I. Rentería García
1ra. edición. mayo de 2019
Universidad Autónoma de Nuevo León

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos los electrónicos.



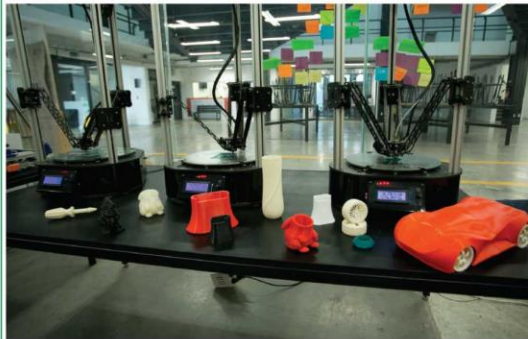
INTRODUCCIÓN

El presente documento es producto de la investigación de Tesis de Maestría llamada “Diseño de estrategias para la inducción a las tecnologías fabricación digital para alumnos de educación básica”

En la que se trabajó sobre el área de oportunidad que existe actualmente ante la falta de programas, proyectos y lineamientos para la llevar las nuevas tecnologías de fabricación digital a las escuelas públicas; este documento está diseñado para los estudiantes, profesores, directivos, funcionarios y cualquier persona interesada en innovar y llevar las nuevas tecnologías al aula.

Este proyecto se realizó con el soporte de la Facultad de Arquitectura y el Fab Lab UANL, a partir de su misión de desarrollar proyectos de impacto social y en la búsqueda de democratizar el acceso a las nuevas tecnologías.

INDUSTRIA 4.0



Actualmente estamos adentrandonos a la llamada cuarta revolución industrial, la primera revolución industrial se dió con la entrada de las máquinas de vapor en la producción de bienes, la segunda con la entrada de las líneas de ensamble inventadas por Henry Ford para fabricar automoviles, la tercera con la automatización y la implementación de robots la fabricación y la que estamos viviendo actualmente es un conjunto de aplicaciones derivada de la interacción de sistemas ciberfísicos.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Evitar el uso de las máquinas para fabricar juguetes u objetos simples. Ejemplos: Llaveros, marcos para fotografías, letras, muñecos.
- Promover la búsqueda de soluciones a problemas.
- Diseñar, dibujar y prototipar antes de mandar a fabricar.
- Desarrollar proyectos que integren distintas áreas del conocimiento: historia-ciencia-matemáticas.
- Aprender del fracaso de los proyectos, documentarlo y volver a hacer el proyecto.
- Motivar ante el fracaso de los proyectos a los estudiantes.

Documentarse sobre la existencia de laboratorios de fabricación digital en su zona y buscar la vinculación con ellos. Capacitarse en habilidades digitales básicas, uso de software, computadora, búsqueda de información en línea así como colaboración en proyectos a distancia.

Proponer la creación de un aula laboratorio para el desarrollo de estos proyectos.

Desarrollar proyectos que involucren la solución a problemas de la comunidad donde se ubica la escuela.

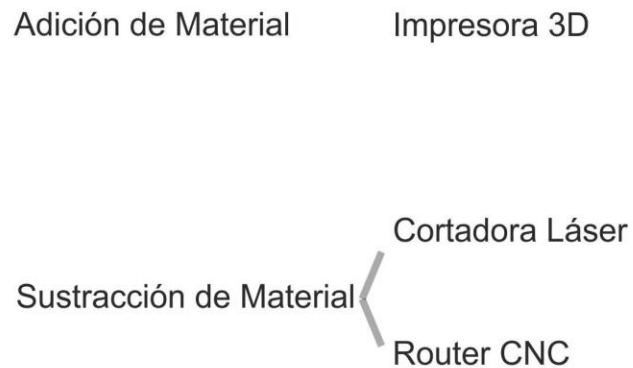
Involucrar a los padres de familia en el desarrollo de los proyectos.

**Recomendaciones
a
profesores**



MÁQUINAS DE FABRICACIÓN DIGITAL

Las máquinas de fabricación digital las podemos dividir en aquellas que agregan material para fabricar algo cómo las impresoras 3D y aquellas que lo sustraen o lo cortan cómo la cortadora láser y el Router CNC.

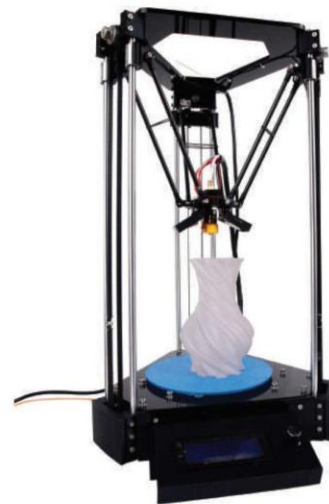


IMPRESORA 3 D

La impresora 3D es una tecnología de manufactura aditiva que nos permite crear objetos físicos desde un archivo digital.

Existen 3 tipos de impresión 3D, pero la más utilizada actualmente es la IPD (impresión por deposición) esto quiere decir que va depositando el material capa por capa hasta crear el objeto.

El proceso es muy sencillo , desde una computadora envías un modelo digital un programa lo convierte en rebanadas y la impresora va imprimiendo rebanada tras rebanada.



CORTADORA LÁSER

Es una máquina que perfora o graba a través de la concentración de calor y energía que se convierte en un láser, esto permite cortar diversos materiales como el cartón, papel, textiles, plásticos, tableros de madera, para crear figuras que podemos armar, pegar y crear objetos en 3 dimensiones fácilmente.



ROUTER CNC

El Router CNC es una máquina que trabaja en 3 ejes cartesianos, en su punta lleva una punta, broca o fresa que sirve para hacer cortes en materiales como la madera, mdf, espumas, aluminios y otros materiales más densos, esta herramienta sustrae el material para fabricar.



Software



Software desarrollado por la empresa Autodesk de uso gratuito para uso educativo.

Link de descarga: www.tinkercad.com



Sketchup es un software de diseño 3D de uso gratuito e intuitivo desarrollado por Google.

Link de descarga: <http://www.sketchup.com/>



Software de modelado 3D gratuito

Link de descarga: <http://pixologic.com/sculptris/>

FUNDAMENTACIÓN

La presente propuesta para la integración de actividades de Cultura de Fabricación Digital en la escuela primaria, se organiza en torno a 6 Aprendizajes Esperados.

El Aprendizaje Esperado (AE) de acuerdo al Plan y Programas de Estudio 2011, es un enunciado que define lo que se espera que los alumnos aprendan en términos de saber, saber hacer y saber ser al finalizar el nivel educativo. Se expresan en forma concreta, precisa y visualizable y constituyen uno de los elementos que dan homogeneidad a los programas de todas las asignaturas e el planteamiento de aprendizajes esperados.

Los AE constituyen un referente obligado en la planeación y en la evaluación; permiten ubicar el grado de avance del proceso de aprendizaje de los alumnos tanto en lo individual como en lo grupal para ajustar y orientar las secuencias didácticas a las necesidades particulares de los alumnos.

En total se realizó una selección de 6 AE, el criterio de selección fue la posibilidad de articular el AE con una actividad de fabricación digital. La cantidad de AE puede variar, en función de los recursos disponibles en el presente caso la selección es para efectos de demostración.

Junto a los AE se incluyen las orientaciones didácticas más generales del grado o asignatura, así como una descripción de la actividad de fabricación digital a realizar.

Los aprendizajes esperados se pueden ubicar en una escala y alcanzar ciertos grados de avance pues están inmersos en un proceso de construcción.

PRECAUCIÓN

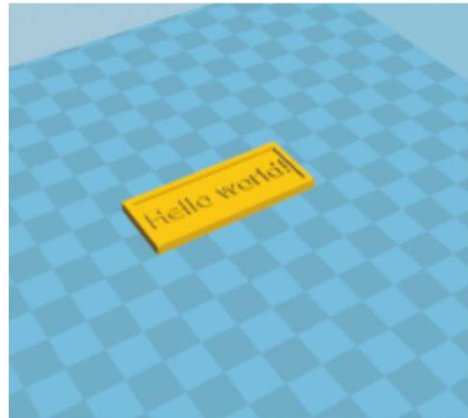
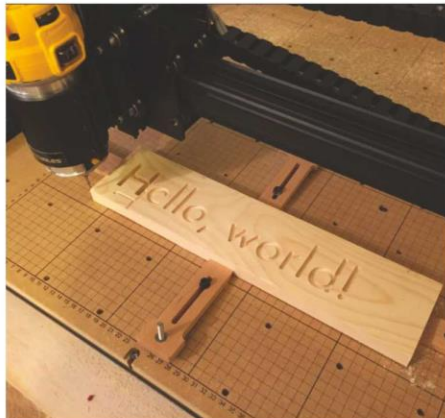
El uso de lentes de seguridad es obligatorio para realizar cualquier las actividades mencionadas en esta guía



Es importante enfatizar el respeto de la reglas de seguridad

Ejercicios de Introducción

Antes de iniciar con los ejercicios didácticos, se propone usar las máquinas para grabar o imprimir alguna frase sencilla cómo ejemplo: ¡Hola Mundo!, Esto permite familiarizarnos con el funcionamiento de la máquina y la generación de los archivos de corte o impresión.



Actividades

Actividades

-Router CNC

1. Formación Cívica y Ética / Emosilla
2. Matemáticas / Animales Cartesianos

-Láser CNC

3. Matemáticas / Mi colonia láser
4. Carteles cívicos

-Impresora 3D

5. Matemáticas / Formas Básicas
6. Matemáticas / Clonando Objetos

Emosilla

Área: Formación Cívica y Ética

Aprendizajes esperados:

- Aplica estrategias para el manejo y la manifestación de las emociones sin lesionar la dignidad propia ni la de los demás.

Competencias que se favorecen:

- Autorregulación y ejercicio responsable de la libertad
- Apego a la legalidad y sentido de justicia
- Acercar a los niños a los conceptos básicos de la fabricación digital al mostrarles el proceso de diseño y corte en CNC o láser y motivarlos a comprender que tienen la capacidad de materializar su idea, y crear cualquier cosa (democratización tecnológica).

Descripción de la actividad:

Emosilla consiste en expresar las emociones y sentimientos a través de la fabricación digital y construcción de una silla.

Emosilla

Instrucciones:

Paso 1. Descargar los archivos de la siguiente dirección

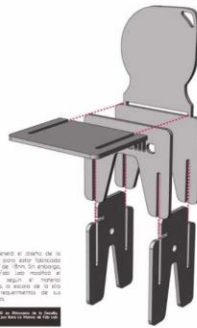
https://issuu.com/fablatkids/docs/emosilla_fablatkids

Paso 2. Imprimir o copiar la plantilla para que los niños empiezen a personalizar sus sillas con las emociones

Paso 3. Cortar en Router CNC la silla.

Paso 4. Ensamblar y Pintar.

Paso 5. Documentar y exponer su silla.



Animales Cartesianos

Área: Matemáticas

Aprendizajes esperados

- Utiliza el sistema de coordenadas cartesianas para ubicar puntos o trazar figuras en el primer cuadrante.

Competencias que se favorecen:

- Ubicación espacial
- Manejo de unidades de medición

Actividad propuesta:

Animales Cartesianos: Consiste en grabar distintos animales en plano, para después calcular la ubicación de cada uno de los puntos y su distancia exacta en los ejes cartesianos.

Animales Cartesianos

Instrucciones:

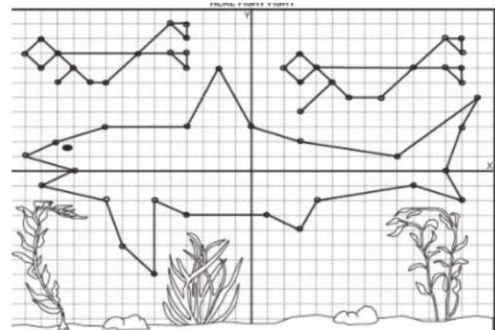
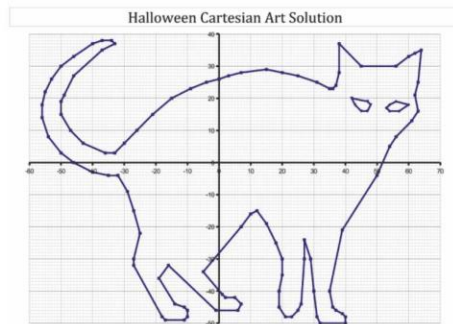
Paso 1. Dibujar una retícula de puntos de 30 x 30 cm. sobre esta retícula dibujar alguno de los animales que vienen de muestra.

Paso 2. Abrir el Archivo "Guía 1"

Paso 3. Dibujar en el software la retícula y el animal dibujado sobre él.

Paso 4. Cortar sobre madera o mdf el archivo.

Paso 5. Verificar medidas.



El patio de mi escuela

Área: Matemáticas

Aprendizajes esperados

- Calcula porcentajes e identifica distintas formas de representación (fracción común, decimal, %).

Competencias que se favorecen:

- Ubicación espacial
- Manejo de unidades de medición y porcentajes

Actividad propuesta:

Mi colonia consiste en ubicar espacialmente áreas dentro de nuestra escuela, obtener sus medidas, calcular áreas y porcentajes.

Ejemplos: Área de cancha de fútbol, basquetbol, explanada, etc.

El patio de mi escuela

Instrucciones:

Paso 1. Ir al patio de la escuela

Paso 2. Identificar zonas

Paso 3. Medir el perímetro para obtener el área.

Paso 2. Abrir un programa de dibujo cad, reproducir el mapa en el programa.

Paso 3. Mandar a grabar en láser

Paso 4. Medir cada una de las referencias, obtener sus dimensiones y áreas.

Paso 5. Calcular porcentajes de cada una de las referencias respecto a la escuela



Orientando a mi comunidad

Área: Ciencias Naturales

Aprendizajes esperados

- Identifica que es parte del ambiente y que éste se conforma por los componentes sociales, naturales y sus interacciones.

Competencias que se favorecen:

- Manejo de unidades de medición y porcentajes
- Mejoramiento de su calidad de vida a partir de la toma de decisiones orientadas a la promoción de la salud y el cuidado ambiental, con base en el consumo sustentable.

Actividad propuesta:

Orientando a mi comunidad consiste en ubicar los elementos y áreas que forman nuestro entorno cercano, para desarrollar propuestas de señalización para la identificación de peligros o áreas comunes. Ejemplo: (Cuidado con el césped) (Baño de Mujeres) (Solo personal autorizado)

Orientando a mi comunidad

Instrucciones:

- Paso 1. Hacer un recorrido por la escuela para identificar lugares, espacios y
- Paso 2. Abrir un programa de dibujo cad, reproducir el mapa en el programa.
- Paso 3. Mandar a grabar en láser
- Paso 4. Medir cada una de las referencias, obtener sus dimensiones y áreas.
- Paso 5. Calcular porcentajes de cada una de las referencias respecto a la colonia.



Figuras Básicas

Área: Matemáticas

Aprendizajes esperados

-Identificación de figuras tridimensionales básicas.

Competencias que se favorecen:

- Ubicación espacial
- Manejo de unidades de medición

Actividad propuesta:

Figuras básicas consiste en identificar, dibujar y diseñar los prismas básicos para después imprimirlos y que sirvan de material didáctico para el resto de la clase.

Figuras Básicas

Instrucciones:

Paso 1. Dibujar en un papel cada una de las figuras básicas tridimensionales

Paso 2. Abrir un programa de dibujo cad dibujar en 3D cada una de estas figuras / usar el archivo de respaldo <https://www.thingiverse.com/thing:2219927>

Paso 3. Mandar a imprimir

Paso 4. Medir cada una de las figuras y obtener su volumen.



Clonación de objetos

Área: Matemáticas

Aprendizajes esperados

- Desarrollo de piezas tridimensionales
- Conocimiento del concepto de escala

Competencias que se favorecen:

- Desarrollo de la inteligencia espacial
- Manejo de unidades de medición

Actividad propuesta:

Consiste en ubicar objetos en el entorno cercano, medirlos, para después dibujarlos en algún programa y mandar a imprimir las piezas.

Clonación de objetos

Instrucciones:

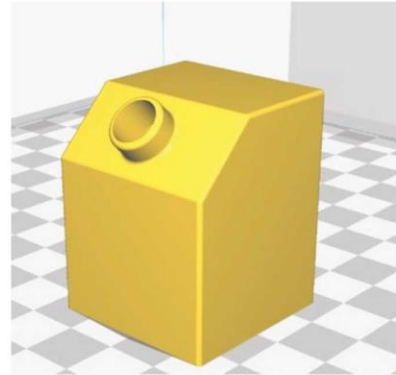
Paso 1. Ubicar en el entorno cercano o del hogar, algún objeto que contenga líneas rectas. (Tetrapack de leche vacío, lonchera, lapicera, caja de mentas, etc.

Paso 2. Con una regla obtener sus dimensiones y trasladarlas a papel.

Paso 3. En algún programa de CAD, dibujar el objeto en 3 dimensiones

Paso 4. Imprimir a escala 1:2

Paso 5. Revisar la impresión y verificar que la impresión esté a escala



Abrir un laboratorio de fabricación digital

Gracias al proceso de democratización de la fabricación digital, los precios de las máquinas para montar un laboratorio son cada vez más accesibles, la adquisición de esta maquinaria puede ser gradual

**Impresora 3D-
Router CNC-
Cortadora láser**

**\$8,000 a \$20,000
\$15,000 a \$30,000
\$8,000 a \$35,000**

Si deseas conocer más sobre proyectos, personas y comunidades de fabricación digital te recomendamos visitar los siguientes enlaces:

Personas:

Proyectos:

Comunidades:

Referencias

Abel, B., Evers, L., Klaassen, R. y Troxler, P. (2011). *Open Design Now*.

Recuperado de <http://opendesignnow.org/index.html>.

Alva, A. (2015). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo XXI; la brecha digital. *Revista Mexicana de Ciencias políticas y Sociales*. 60(223), 265-286.

Alzás, T. y Casa, L. (2017). La evolución del concepto de triangulación en la investigación social. *Pesquisa Qualitativa*. 5(8) Recuperado de <http://rpq.revista.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/95/88>

Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. New York. Crown Business.

Arias, M. (2000) *Triangulación Metodológica: sus principios, alcances y limitaciones*. Recuperado de <https://www.uv.mx/mie/files/2012/10/Triangulacionmetodologica.pdf>

Autodesk (2018) *Tinkercad*. Recuperado de <https://www.autodesk.mx/>

Bermúdez Restrepo, H. (2011). La inducción general en la empresa. Entre un proceso administrativo y un fenómeno sociológico. *Universidad & Empresa*. 13 (21), 117-142. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187222420006>> ISSN 0124-4639

Bonet, A., Meier, C., Saorín, J., de la Torre, J. y Carbonell, C. (2017).

Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. *Arte, Individuo y Sociedad*, 29 (1), 89-104.
doi:org/10.5209/ARIS.51886

- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma, Recuperado de:
<http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/15541>
- Blancas, G., Ramírez N., Cervantes A., Castillo M. (2009). *La bitácora, significado, construcción y aplicación en la generación del conocimiento científico*. FES Zaragoza, UNAM.
- Blanco, N. y Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*. 19(45), 97-111. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/pdf/676/67646966005.pdf>
- Blikstein, P. (2014). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld. Alemania. Transcript Publishers.
- Blikstein, P., Calderón, G. y Otero, N. (2015). *Evaluation of Makers in Residence Mexico: Creating the Conditions for Learning and Invention*. Recuperado de <http://fablearn.eu/2014/papers/>
- Bracamontes, J. y Camberos, M. (2011). La pobreza en México y sus regiones: un análisis de impacto del programa Oportunidades en el periodo 2002-2006. *Papeles de Educación*. 17(67) 35-175. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11219005005>

- Bull, G. (2015). *The FabLab Classroom: Preparing Students for the Next Industrial Revolution*. Recuperado de <http://stelar.edc.org/projects/11821/profile/fablab-classroom-preparing-students-next-industrial-revolution>
- Canal, N. (2006). *Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes*. Recuperado de <http://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- Cazau, P. (2006) *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Tercera edición. Buenos Aires. Editorial RundiNuskin.
- Centros de Integración Juvenil (2013). *Estudio Básico de Comunidad Objetivo. EBCO*. México. Autor. Recuperado de <http://www.cij.gob.mx/ebco2018-2024/9510/9510CSD.html>
- Cilleruelo, E., Sánchez, F. y Etxebría, B. (2008). Compendio de definiciones del concepto «innovación» realizadas por autores relevantes: diseño híbrido actualizado del concepto. *Dirección y Organización*. (36), 61-68. Recuperado de: <http://www.revistadyo.com/index.php/dyo/article/view/71>
- Comité Técnico para la Medición de la Pobreza. Secretaría de Desarrollo Social. (2002). *Medición de la pobreza. Variantes metodológicas y estimación preliminar*. México: Autor.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL (2010). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/>
- Consejo Nuevo León para la Planeación Estratégica (2016). *Plan estratégico para el estado de Nuevo León 2015-2030*. México: Autor.

- Consejo de Desarrollo Social. Gobierno del estado de Nuevo León.(2009).
Mapas de pobreza y rezago social. Área Metropolitana de Monterrey.
México: Autor.
- Cottam, H. y Leadbeater, C. (2004). *Health: co-creating services*. London.
Design Council. Recuperado de:
<https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/red-paper-health.pdf>
- Creswell, J.W. y Plano Clark, V.L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Chávez, F. H., Cantú, M. y Rodríguez, C. M. (2016). Competencias digitales y tratamiento de información desde la mirada infantil. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 18(1), 209-220. Recuperado de
<http://redie.uabc.mx/redie/article/view/631>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating y Profiting from Technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Clobridge, A.(2014). *What is Open Access*. Recuperado de
https://figshare.com/articles/What_is_Open_Access_/1328121
- De la O, J. (2014). *The chair that rocks*. Recuperado de
<http://thechairthatrocks.com>
- Díaz López, S. (2014) Los métodos mixtos de investigación: presupuestos generales y aportes a la evaluación educativa. *Revista Portuguesa de Pedagogía* 48(1) doi: http://dx.doi.org/10.14195/1647-8614_48-1_1

- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7),162-167.
Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733228009>
- Diez, T. (2013). *El nuevo ecosistema productivo: fabricación personal distribuida y abierta*. Recuperado de: http://blogs.cccb.org/lab/es/article_el-nou-ecosistema-productiu-fabricacio-personal-distribuida-i-oberta/
- Esteve, F. y Gisbert, M. (2013). Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*. 10 (3), 29-4.
- Fab Foundation (2018). *What Is a Fab Lab*. Recuperado de:
<https://www.fabfoundation.org/>
- Fábregues, S., Meneses, J., Rodríguez-Gómez, D. y Paré, M. (2016). *Técnicas de investigación social y educativa*. Barcelona, España.: UOC.
Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10609/55041>
- Ferrari, L., Nunez, E., Sanchez, I. y Pal, J. (2013). *Cultura Digital. Un estudio de la apropiación de tecnología digital en Colombia*, GRID Research Papers. University of Michigan Ann Arbor.
- Free Software Foundation. (2016). *GNU Operating System*. Recuperado de <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>
- Fressoli, M. y Smith, A. (2015). Impresiones 3D.Fabricación digital ¿Una nueva revolución tecnológica? *Integración & Comercio*. 39. 114-125.
Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6161546>
- García, C. (2016). *(Casi) Todo por Hacer. Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker*. Madrid:España: Fundación Orange.

- García, J. y Sabater, R. (2004) Fundamentos de Dirección y Gestión de Recursos Humanos. Madrid, España: Paraninfo.
- Garrell, A. (2001). *La cultura digital*. Fundació per l' Escola Superior de Disseny. Barcelona, España: ESDi Sabadell.
- Gauntlett, D. (2011). *Making is Connecting. The social meaning of creativity, from DIY and knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge,UK: Polity Press.
- Gershenfeld, N. (2007). *FAB the coming revolution on your desktop from personal computers to personal fabrication*. New York,NY: Basic Books.
- Gershenfeld, N. (2012). How To Make Almost Anything. *Foreign Affairs*, 91 (6), pp.43-57.
- Ghalim, A. (2013). *Fabbing Practices - An ethnography in Fab Lab Amsterdam*. (Tesis de maestría). Universidad de Amsterdam. Recuperada de <https://es.scribd.com/document/127598717>
- Glasserman, I. y Manzano, J. (2016). Diagnóstico de las habilidades digitales y prácticas pedagógicas de los docentes en educación primaria en el marco del programa Mi Compu.MX Apertura, *Revista de Innovación Educativa*, 8(1). Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/820>
- GRCstudio. (2007). *Formas de crecimiento urbano*. Recuperado de <http://www.grcstudio.es/2013/formas-de-crecimiento-urbano/>
- Gutiérrez, J.E. (2015). *Diseño conectado. Proyecto de una interfaz para la creación de redes de colaboración dentro de las comunidades creativa*.

- (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Recuperada de
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/136572>
- Guzmán, A. y Frausto, J. (2011). La Determinación de Polígonos de Pobreza. Análisis Metodológico. *Nova Scientia*. (4)7, 85-124. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203320117005>
- Gobierno del estado de Nuevo León.(2004). Reglamento Interior de la Secretaría de Educación. Autor.
- Gobierno Municipal de Monterrey (2015) Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey 2013-2025. Autor.
- Google. (s.f).[Mapa zona de San Bernabé, Monterrey.N.L en Google maps].
Recuperado de <https://www.google.com.mx/maps/>
- Hackerspaces. (2015). Hackerspaces.org. Recuperado de
<http://hackerspaces.org>
- Hatch, M. (2013). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. Nueva York : McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, P. y Juárez, B. (2012). *Perspectivas en los Laboratorios de Fabricación Digital en Latinoamérica*. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/10757/604776>
- Hippel, E. V. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Huston, L. y Sakkab, N. (2006). Connect and Develop: Inside Procter & Gamble's New Model for Innovation. *Harvard Business Review*. (3)

Recuperado de <https://hbr.org/archive-toc/BR0603>

Infocrowdsourcing. (2013). *¿Qué es Crowdsourcing? Aplicaciones y ejemplos*.

Recuperado de: <http://www.infocrowdsourcing.com/>

International Association for Public Participation. (2014). Obtenido de THE IAP2 PUBLIC PARTICIPATION SPECTRUM:

<https://www.iap2.org.au/resources/public-participation-spectrum>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. (2001).

Diccionario de Datos del ámbito urbano. México : Autor.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Diseño de Cuestionarios*. México: Autor.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Censos Económicos 2014. México: Autor.

Jick, T. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods. Triangulation in action. *Administrative Science Quarterly*. 24 (12) 1979, pp. 7-32.

Johnson, B., Onwuegbuzie, A. y Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research* (1)2, 112–133.

doi: 10.1177/1558689806298224

Kadushin, R. (2010). *Open Design Manifesto*. Recuperado de: <http://www.ronen-kadushin.com/index.php/open-design/>

Kickstarter (2018). Nuestra misión. Recuperado de <https://www.kickstarter.com/about?ref=global-footer>

- Kohtala, C. (2013). *Shaping Sustainability in Fab Labs*. Trabajo presentado en Participatory Innovation Conference. Recuperado de <https://www.zotero.org/ckohtala/items/itemKey/54394FIQ>
- Kulesz, O. (2017). *La cultura en el entorno digital. Evaluar el impacto en América Latina y en España*. París. UNESCO.
- Kriscautzky, M. y Cabrera, M. (2015). *TICómetro®1: Cuestionario Diagnóstico sobre Habilidades Digitales*. Recuperado de: <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/handle/123456789/4586>
- Landoni, B. (2015). 3D Scanning with Microsoft Kinect. *Open Electronics*. Recuperado de: <http://www.open-electronics.org/3d-scanning-with-microsoft-kinect/>
- LEGO (2018). *Mindstorms*. Recuperado de <https://www.lego.com/en-us/>
- Levy, P. (2007). *Cibercultura: La cultura de la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos.
- Ley General de Educación.(1993) . Diario Oficial de la Federación. México.13 de julio de 1993
- Lipson, H. y Kurman, M. (2010). *Factory @ Home: The Emerging Economy of Personal Fabrication*. Recuperado de <https://www.ida.org/STPI>
- Magnusson, P. R. (2003). Benefits of involving users in service innovation. *European Journal of Innovation Management*, 6 (4), 228-238.
- Manzini, E. (2007). *Design, social innovation and sustainable ways of living: Creative communities and diffused social enterprise in the transition towards a sustainable network society*. DIS-Indaco. Politécnico de Milán. Recuperado de <http://designblog.uniandes.edu.co>

- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 5 (1), 30-39.
doi: org/10.7771/2157-9288.1099
- Martínez, I., Treviño, J. y Gómez, M (2009). *Mapas de pobreza y rezago social. Área Metropolitana de Monterrey*. Monterrey. México. Consejo de Desarrollo Social. Gobierno del estado de Nuevo León.
- Maslow, A. (1975). *Motivación y Personalidad*. Barcelona. Sagitario.
- Maxigas. (2012). Hacklabs and Hackerspaces: Tracing Two Genealogies: *Journal of Peer Production*. Recuperado de:
<http://peerproduction.net/issues/issue-2/peer-reviewed-papers/hacklabs-and-hackerspaces/>
- Meneses, J. y Rodríguez-Gómez, D. (2011). *El cuestionario y la entrevista*. Barcelona, España. Universitat Oberta de Catalunya.
- Menichinelli, M. (2011). *openp2pdesign.org. Design for complexity*.
Recuperado de
https://issuu.com/openp2pdesign/docs/openp2pdesign.org_1.1
- Ministerio de Cultura de Colombia (2009). *Compendio de políticas culturales*. Bogotá. Colombia: Autor.
- Morin, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Monistrol, O. (2007). El trabajo de campo en investigación cualitativa (II). *Nure Investigación*. 29.
Recuperado de: <http://www.nure.org/OJS/index.php/nure/issue/view/45>
- Morris, J. (2007). *Personal Fabrication and the Future of Industrial Design*.

Recuperado de: http://www.idsa.org/sites/default/files/Morris-Personal_Fabrication.pdf

Moss, P. A. (1996). Enlarging the Dialogue in Educational Measurement: Voices From Interpretive Research Traditions. *Educational Researcher*. 25(1), 20-29. doi: [org/10.3102/0013189X025001020](https://doi.org/10.3102/0013189X025001020)

Mota, C. (noviembre, 2011). *The rise of personal fabrication*. C&C '11. Trabajo presentado en ACM Creativity and Cognition. Atlanta, GA.
doi: 10.1145/2069618.2069665

Muñoz Aguirre, N. (2011). El estudio exploratorio. Mi aproximación al mundo de la investigación cualitativa. *Investigación y Educación en Enfermería*. 29 (3), 492-499. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406019.pdf>

Navarro, L., Pasadas, S. y Ruiz, J. (2004). *La triangulación metodológica en el ámbito de la investigación social: dos ejemplos de uso*. Recuperado de
<http://digital.csic.es/handle/10261/82068>

Norman, D. (2013). *Design of Everyday Things*. New York.NY: Basic Books.

Núñez, J. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/198053143763>

Obrasweb.mx (2015). Macrocentro Comunitario de san Bernabé. Recuperado de <https://obrasweb.mx/obra-del-ano/2015/08/10/macrocentro-comunitario-cultural-y-deportivo-san-bernabe>.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. OCDE (2006).

Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Autor.

Pérez, A., Castro, A. y Fandos, M. (2016). La competencia digital de la Generación Z: claves para su introducción curricular en la Educación Primaria. *Comunicar*. 24(49), 71-80. doi: org/10.3916/C49-2016-07

Pérez , A. y Rodríguez, M. (2016). Evaluación de las competencias digitales autopercebidas del profesorado de educación primaria en Castilla y León. *Revista de Investigación Educativa*. 34(2), 399-415. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.34.2.215121>

Pérez, J., Gutiérrez, M., Sánchez-Laulhe, J. y Olmo, J. (2012). *Fabricación digital, código abierto e innovación distribuida*. Trabajo presentado en 4ª Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo. Valencia. España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/15034?show=full>

Piller, F. y Ihl, Ch. (2009). Open Innovation with Customers. Technology And Innovation Management Group. Universidad RWTH de Aquisgrán. Alemania. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5556&rep=rep1&type=pdf>

Pfeiffer, D. (2009). *Digital Tools, Distributed Making & Design* (tesis de maestría) Virginia Polytechnic Institute and State University. Recuperada de <https://vtechworks.lib.vt.edu/>

- Prahalad, C.K y Ramaswamy, V. (2004). Co-Creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of interactive marketing*. (8)3
doi:org/10.1002/dir.20015
- Presidencia de la República. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*.
México: Autor
- Quintana, G. (octubre 2008). *Polígonos de intervención: Espacios de equilibrio en la ciudad*. Trabajo presentado en Semana Internacional de Investigación Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Recuperado de:
<http://trienal.fau.ucv.ve/2008/documentos/cs/CS-11.pdf>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23 ed.).
Madrid. España: Espasa Calpe.
- RepRap (2017). *RepRap Machines*. Recuperado de <https://reprap.org/wiki>
- Rodríguez, R. (2017) Fotografías Fab Lab. Facultad de Arquitectura. UANL.
- Rodríguez, E.U. y Alencar, F. (octubre, 2012). *Innovando el mundo: Comunidades creativas y diseño de código abierto*. Trabajo presentado en II Conferencia Internacional de Diseño, Ingeniería y Gestión para la Innovación. Florianópolis, Brasil
- Roslund, S. y Puckett, E. (2013). *Makerspaces*. (21st Century Skills Innovation Library: Makers as Innovators) Ann Arbor, MI: Cherry Lake Publishing.
- Rumpala, Y. (octubre, 2012). *Additive manufacturing as global remanufacturing of politics*. Trabajo presentado en Millennium Annual Conference 2012 "Materialism and World Politics". Londres

- Sandoval, E. García, R. y Ramírez, M. (2012) Competencias tecnológicas y de contenido necesarias para capacitar en la producción de recursos de aprendizaje móvil. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*. (39). doi: <https://doi.org/10.21556/edutec.2012.39.379>
- San Nicolás, M., Fariña, E. y Area, M. (2012) Competencias digitales del profesorado y alumnado en el desarrollo de la docencia virtual. El caso de la Universidad de La Laguna. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana* (14)19. 227-245. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/869/86926976011.pdf>
- Santos, C. (2010). *International Benchmarking Study on the functioning of FabLab. Proposal for a Business Model*. Reporte técnico N° 836/10-MT. Metrology Department, EDP. Recuperado http://www.fablabeledp.edp.pt/sites/default/files/uploaded_files/Benchmarking%20report.pdf
- Schumpeter, J. (1997). *Teoría del desenvolvimiento económico*. 2ª ed. México: FCE.
- Secretaría de Educación Pública SEP. (2011). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*. México. Autor.
- Secretaría de Educación Pública . SEP. (2009). *Programa Habilidades Digitales para Todos. Libro Blanco*. México: Autor. Recuperado de: <http://sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/5/images/LB%20HDT.pdf>

Secretaría de Educación Pública (2011). *Programas de Estudios 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Primer Grado*. México. Autor.

Secretaría de Educación Pública (2011). *Programas de Estudios 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Quinto Grado*. México. Autor.

Secretaría de Educación Pública (2011). *Programas de Estudios 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Sexto Grado*. México. Autor.

Secretaría de Educación Pública. SEP. (2016). Programa @prende 2.0. Programa de Inclusión Digital 2016 – 2017. México: Autor.

Secretaría de Educación Pública (2018). Modelo Educativo para la educación Obligatoria. México. Autor

Secretaría de Educación. Gobierno del estado de Nuevo León. (2012). *Lineamientos Generales para la Convivencia Escolar en las Escuelas de Educación Básica Públicas y Particulares del Estado de Nuevo León*. México: Autor.

Secretaría de Educación. Gobierno del estado de Nuevo León. (2014). *Guía Práctica de Seguridad Infantil*. México: Autor.

Secretaría de Educación. Gobierno del estado de Nuevo León (2015) . *Lineamientos generales para la organización y funcionamiento de las escuelas de educación básica, públicas y particulares, del estado de Nuevo León*. México: Autor.

- Secretaría de Educación. Gobierno del estado de Nuevo León. (2018)
- Concentrados e indicadores educativos de Nuevo León*. Recuperado de <http://www.nl.gob.mx/concentrados-e-indicadores-educativos-de-nuevo-leon>
- Seely, J. (2004). *Digital Fabrication in the Architectural Design Proces*. (tesis de maestría). Recuperada de <http://hdl.handle.net/1721.1/27030>
- Sen, A. (2000). *Desarrollo y Libertad*. Buenos Aires, Argentina: Planeta.
- Sierra, R. (2001). *Técnicas de investigación social*. Madrid. España.: Paraninfo.
- Recuperado de:
- https://significanteotro.files.wordpress.com/2017/08/docslide-com-br_tecnicas-de-investigacion-social-r-sierra-bravo.pdf
- Scimaps.org (2006). *Visualización del flujo histórico de la entrada “aborto”*.
- Recuperado de http://scimaps.org/mapdetail/history_flow_visuali_56
- Stansell A., Tyler-Wood T. y Morel G. (enero 2016). *Assessing Project based Learning with 3D Printing*. Trabajo presentado en 8th International Conference on Computer Supported Education. (2). 142-146.
- doi: 10.5220/0005891301420146
- Steen, M., Manschot, M., y De Koning, N. (2011). Benefits of co-design in service design projects. *International Journal of Design*, 5(2), 53-60
- Stickdown, M. (2012). *This is Service Design Thinking: Basics-Tools-Cases*. Amsterdam: Bis Publishers.
- Strobl, W. (1968). *El principio de complementariedad y su significación científico-filosófica*. Anuario Filosófico.(1)1, 183-203. Pamplona. España.
- Universidad de Navarra

- Tashakkori, A., y Creswell, J. W. (2007). Editorial: The New Era of Mixed Methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 3–7.
<https://doi.org/10.1177/2345678906293042>
- Torreblanca, D. (2016) Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos. *Iconofacto*. 12 (18). 118-143 Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18566/v12n18.a07>
- Troncoso, C. y Amaya, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de la Facultad de Medicina*. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Troxler, P. (Octubre 2010). Commons Based Peer Production of Physical Goods: Is There Room for a Hybrid Innovation Ecology? Conferencia presentada en 3rd Free Culture Research Conference, Berlín. doi: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1692617>
- Troxler, P. y Wolf, P. (septiembre, 2010). Bending the rules: The Fab Lab innovation ecology. Trabajo presentado en International CINet Conference
- Troxler, P. y Schweikert, S. (junio, 2010). Developing a business model for concurrent enterprising at the fablab. Trabajo presentado en IEEE International Technology Management Conference. Lugano, Suiza.
<https://doi.org/10.1109/ICE.2010.7476996>

- Troxler, Peter (2014). Fab labs forked: A grassroots insurgency inside the next industrial revolution from a book programmes national. Journal of peer production, (5) 1-3. Recuperado de <https://goo.gl/8TaHbJ>
- Universidad Autónoma de Nuevo León.(1971). *Ley Orgánica*. Nuevo León México: Autor
- UNESCO (2018) Día internacional de la alfabetización. Recuperado de <https://es.unesco.org/commemorations/literacyday>
- Uzelac, A. (2010). La cultura digital, un paradigma convergente donde se unen la tecnología y la cultura: desafíos para el sector cultural. *Digithum*. n.º 12 (Mayo de 2010) Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55013136006>
- Vargas, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. *Revista Calidad en la Educación Superior*. (3)1, 119-139. Recuperado de <https://investiga.uned.ac.cr/revistas/index.php>
- Vázquez, Á. y Manassero, M. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12 (2), 264-277. doi: <http://hdl.handle.net/10498/17251>
- Vasquez, J. (2015). STEM—Beyond the Acronym Educational Leadership, 72 (4) pp.10-15.Recuperado de: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1047541>
- Veytia, M. (2014). Inventario 4x40x4 de competencias digitales de los docentes en el siglo XXI. *Revista Conexxion*. (3)8.Recuperado de <http://www.aliatuniversidades.com.mx/conexxion/wpcontent/uploads/2016/pdf/conexxion-8.pdf>

Walter, J. Büching, C. (2014). *FabLab: Of Machines, Makers, and Inventors*.

Bielefeld, Alemania: Transcript-Verlag.

White, D. (2014). STEM What Is STEM Education and Why Is It Important

Florida Association of Teacher Educators Journal. (1)14 Recuperado de:

<https://www.researchgate.net/publication/264457053>

Wolf, M. y McQuitty, S. (2011). Understanding the do-it-yourself consumer: DIY motivations and outcomes. *Academy of Marketing Science Review*. 1 (3), 154-170.

Ysoft (2016) Impresión 3D en la educación. Boletín de calificaciones de

2016. Recuperado de: <https://www.ysoft.com/es/be3d-edee-3d-print-solution-3>

APÉNDICE A

CARTA DE INFORMACIÓN

Estimado (a) Padre de Familia:

El propósito de esta carta de consentimiento es ofrecerle a usted y su hijo como participante en esta investigación de una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su papel en la investigación.

Este proyecto es organizado por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León a través del Fab Lab UANL. El propósito del proyecto es desarrollar una experiencia donde su hijo/a participe en actividades tecnológicas en el Fab Lab UANL, como son uso de impresora 3D, cortadora láser y router CNC.

El Fab Lab es un taller de fabricación que utiliza nuevas tecnologías, bajo la conducción de catedráticos y técnicos especializados en este tipo de talleres. En todo momento se cuidará la seguridad e integridad de su hijo.

Después de la experiencia en el Fab Lab, se realizarán una serie de entrevistas. Lo que conversemos durante la entrevista se grabará, de modo que el investigador pueda transcribir después las ideas que haya expresado su hijo(a).

La participación en este estudio es completamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de esta investigación. Sus respuestas a las entrevistas y actividades serán codificadas usando una clave de identificación. El compromiso del equipo de investigación es guardar completamente la confidencialidad de los datos y de la información compartida por su hijo.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante el desarrollo del proyecto. Igualmente, puede retirar del proyecto a su hijo(a) en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Al finalizar el proyecto se le entregará a su hijo una constancia oficial de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por su participación.

Si tiene alguna duda o pregunta, no dude en contactarnos, en la escuela los días_____, o al siguiente número telefónico: 811 050 7954 o al correo electrónico: robertorenteria3@gmail.com

Muchas gracias por su atención.

ATENTAMENTE
Coordinador del Proyecto

LDI. Roberto Isaac Rentería García.

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Acepto que mi hijo (a) participe voluntariamente en esta investigación, he sido informado que este proyecto es organizado por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León a través del Fab Lab UANL.

A su vez he sido informado de que el propósito del proyecto es desarrollar una experiencia donde mi hijo(a) realice actividades tecnológicas en el Fab Lab UANL, como impresión de objetos en tercera dimensión, observar y participar en la elaboración de objetos utilizando las herramientas del Fab Lab.

Me han indicado también que mi hijo(a) será entrevistado al finalizar las actividades.

Reconozco y acepto que la información que mi hijo(a) provea en el curso de las entrevistas es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que mi hijo(a) puedo retirarse del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para su persona.

Lugar y fecha: _____

Nombre de su hijo(a)_____

Nombre del Padre/Madre

Firma del Padre/Madre

APÉNDICE B



GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Estimado alumno(a) con el propósito de diseñar actividades sobre habilidades digitales de acuerdo a tu experiencia y formación, te solicitamos atentamente responder el presente cuestionario. Es totalmente anónimo. Agradecemos tu valiosa cooperación

Edad: _____ Sexo: Femenino Masculino Grado Escolar: 5° 6°

Por favor marca con ✓ la respuesta que consideres más adecuada

	SÍ	NO
1. En tu casa tienes computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tienes tablet (Ipad, Samsung Galaxy o cualquier otra marca)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tienes Internet en casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sabes dibujar en la computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Tienes teléfono celular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Tú teléfono se puede conectar a Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sabes usar Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sabes usar el procesador de texto Word	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sabes usar la hoja de cálculo Excel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Puedo navegar por Internet con diferentes navegadores (Crome,Firefox, Explorer, Safari,etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Soy capaz de usar distintos Buscadores (google, yahoo,bing,ask, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Trabajo con imágenes mediante el uso de herramientas y/o aplicaciones de software social (gloster, picmonkey, animoto...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Me puedo comunicar con otras personas mediante correo electrónico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Puedo comunicarme con otras personas participando en redes sociales (ning, facebook, twitter, whatsapp,hi5, myspace, tuenti, etc).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Sabes que es una cortadora láser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Conoces las impresoras 3D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Habilidades Digitales en Educación Primaria

Por favor marca con ✓ la respuesta que consideres más adecuada

Puedes decirme cuánto tiempo utilizas Internet para las siguientes acciones:

Nada (no lo utilizas nunca)
Poco (menos de 5 horas semanales)
Mucho (5 o más horas semanales)

	Nada	Poco	Mucho
17. Ver programas de televisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Escuchar música	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Informarme sobre temas que me interesan para la escuela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Jugar en línea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Buscar información para las tareas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Publicar fotografías/ vídeos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Bajar música, películas, juegos, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Trabajar en grupo con compañeros/as de clase para realizar tareas de la escuela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Hablar con los amigos a través de redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¡Gracias por tu participación!

Habilidades Digitales en Educación Primaria



GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Estimado Profr.(a) con el propósito de ofrecerle opciones de actualización más acordes con su experiencia y formación, atentamente le solicitamos responder el presente cuestionario Habilidades Digitales Docentes, el cuál es totalmente anónimo. Agradecemos su valiosa cooperación.

Años de servicio docente _____

Grado máximo de estudios _____

Grado escolar que atiende _____

Por favor, marque con una ✓ la opción que considere más adecuada a su experiencia.

	Nada	Poco	Algo	Bastante	Mucho
1. Uso de la computadora.					
2. Uso de la impresora.					
3. Obtener imágenes con un scanner.					
4. Guardar archivos en unidades de almacenamiento (USB, disco duro, CD, DVD).					
5. Uso de programa antivirus para la protección de sus datos.					
6. Realizar mantenimiento básico a la computadora.					
7. Uso del procesador de textos. (Word)					
8. Crear y obtener imágenes (fotografías).					
9. Obtener y manipular vídeos.					
10. Uso de un navegador.					
11. Uso de un buscador.					
12. Comunicarse con otras personas mediante correo electrónico					
13. Comunicarse a través del Whatsapp, usando texto y multimedia					
14. Comunicarse con otras personas participando en redes sociales (facebook, twitter, hi5, myspace, tuenti, etc).					
15. Uso alguna plataforma en la nube para guardar información. Google Drive / Dropbox					
16. Utilizar el programa Power Point para las presentaciones en el aula.					

HABILIDADES DIGITALES DOCENTES 0.4

Por favor, marque con una ✓ la opción que considere más adecuada a su experiencia.

	Nada	Poco	Algo	Bastante	Mucho
17. Utilizar el programa Movie Maker para realizar animaciones con los alumnos.					
18. Conectar una videgrabadora, DVD o laptop al proyector.					
19. Utilizar hoja de cálculo en Excel o una app para registrar calificaciones de sus alumnos:					
20. Utilizar una base de datos con información de sus alumnos.					
21. Integrar y seleccionar las TIC de acuerdo con estrategias didácticas en su trabajo docente.					
22. Realizar prácticas de laboratorio (simulación) en páginas web especializadas.					
23. Realizar proyectos para que sus alumnos busquen información en internet de manera individual o grupal.					
24. Sus alumnos realizan presentaciones en el aula con las NTIC.					
25. Realizar búsqueda de información en Internet para su trabajo en el aula.					
26. Considera que las TIC le ayudan en su trabajo docente					
27. Es capaz de desenvolverse en redes del ámbito profesional (linked in, xing).					
28. Es capaz de participar de modo apropiado en foros.					
29. Se considera competente para participar en blogs.					
30. Sabe diseñar, crear y modificar blogs o bitácoras (por ejemplo: blogger, wordpress, etc.).					
31. ¿Sabe que es una impresora 3D?					
32. ¿Sabe que es una cortadora láser?					
33. ¿Sabe que es un Fab Lab?					

En caso de alguna duda sobre el uso de la información del cuestionario puede dirigirse con los responsables de la investigación a los siguientes contactos.
 robrenteria @ yahoo.com. Teléfono celular 818 280 8443

HABILIDADES DIGITALES DOCENTES 0.4